

LUCIANNE LUCIO E SILVA GUEDES

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA DE CIMENTOS  
RESINOSOS APÓS IMERSÃO EM SOLUÇÕES ÁCIDAS ENCONTRADAS NA  
DIETA ALIMENTAR**

Dissertação de Mestrado

Florianópolis

2008

LUCIANNE LUCIO E SILVA GUEDES

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA DE CIMENTOS  
RESINOSOS APÓS IMERSÃO EM SOLUÇÕES ÁCIDAS ENCONTRADAS NA  
DIETA ALIMENTAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia - Área de Concentração Materiais Dentários.

Orientador: Prof. Dr. Izo Milton Zani

Co-Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Maykot Prates

Florianópolis

2008

G924a Guedes, Lucianne Lucio e Silva

Avaliação da resistência de união à dentina de cimentos resinosos após imersão em soluções ácidas encontradas na dieta alimentar / Lucianne Lucio e Silva Guedes; orientador Izo Milton Zani – Florianópolis, 2008.

168f.:il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Opção Materiais Dentários.

Inclui bibliografia.

1. Cimento de resina. 2. Cimentação. 3. Resistência à tração. 4. Bebidas - efeitos adversos. 5. Materiais dentários. I. Zani, Izo Milton. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Opção Materiais Dentários. III. Título.

DCU 615.46

LUCIANNE LUCIO E SILVA GUEDES

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA DE CIMENTOS  
RESINOSOS APÓS IMERSÃO EM SOLUÇÕES ÁCIDAS ENCONTRADAS NA  
DIETA ALIMENTAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Materiais Dentários.

Florianópolis, 24 de junho de 2008.

---

Prof. Dr. Ricardo de Souza Vieira  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da  
Universidade Federal de Santa Catarina

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Izo Milton Zani  
Orientador – UFSC

---

Prof. Dr. Hugo Mitsuo Silva Oshima  
Membro – PUCRS

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Ângela Maziero Volpato  
Membro – UFSC



Dedico esta dissertação,

A **DEUS**.

Aos meus pais, **JOSÉ LUIZ E DEOLI**, a quem devo minha vida.

Ao meu esposo, **MARCO TOGO**, por todo apoio e incentivo.

À minha irmã **BEATRIZ** e família, pelo carinho.

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Ao meu orientador, professor **Dr. IZO MILTON ZANI**, pelo seu carinho, preocupação, profissionalismo e confiança depositada em meu trabalho.

Ao meu co-orientador, professor **Dr. LUIZ HENRIQUE MAYKOT PRATES**, por todas as oportunidades, incentivos, ensinamentos, devotamento à profissão, competência e exemplo de integridade.

Ao professor **Dr. MARCELO CARVALHO CHAIN**, pelos constantes ensinamentos profissionais e didáticos.

Ao professor **Dr. CARLOS RENATO SOARES**, pela amizade, incentivo e exemplo de dedicação e competência.

À grande amiga **Dra. ELISABETH CRISTINA GOMES DE MATTOS**, pela preciosa cooperação nos estudos e exemplo de força e garra.

À amiga **Dra. RENATA FONTANELLA SANDER**, pelo apoio, brilhantismo e exemplo de honestidade.

Ao amigo **Dr. HENRIQUE DAMIAN ROSÁRIO**, pela contribuição, alegria e exemplo de energia.

Ao amigo **Dr. FÁBIO LUIZ ANDRETTI** pelo coleguismo e estímulo.

Ao amigo **MOACIR TADEU DE MELO**, pela amizade, carinho, incentivo e ajuda prestada.

À amiga **KARINE PAULA ROMÃO**, pela dedicação a mim e a minha família.

## AGRADECIMENTOS

À **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**, por ter disponibilizado os laboratórios do Departamento de Estomatologia, e da Engenharia Mecânica, além da Biblioteca Setorial.

Ao **CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA** – Área de Concentração em Materiais Dentários, meu agradecimento pela minha formação.

Ao professor **Dr. RICARDO DE SOUZA VIEIRA**, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia durante o período deste curso, não poupando esforços em sua administração.

Ao professor **Dr. MAURO AMARAL CALDEIRA DE ANDRADA**, pela incansável dedicação na chefia do Departamento de Estomatologia do Centro de Ciências da Saúde durante o período final deste curso.

À professora **Dra. MARIA CRISTINA MARINO CALVO**, pelos ensinamentos de estatística.

Ao professor **Dr. SERGIO FERNANDO TORRES DE FREITAS**, pela orientação na análise estatística do presente trabalho.

À funcionária e ao bolsista da Coordenação da Pós-Graduação, **ANA MARIA VIEIRA FRANDOLOZO** e **DIEGO ANDRÉ CARON**, pela presteza e atendimento as nossas solicitações.

Ao funcionário do Laboratório de Pesquisas do Departamento de Estomatologia, **LAURO DA SILVA**, do Centro de Ciências da Saúde, pela ajuda e auxílio prestado.

À bibliotecária do Setor do Centro de Ciências da Saúde – Odontologia, **VERA INGRID HOBOLD SOVERNIGO**, pela colaboração prestada.

Aos operadores bolsistas do microscópio eletrônico de varredura do Laboratório de Caracterização Microestrutural, **KEYLA CHRISTINA KLEINJOHANN** e **LUCAS DUARTE FORTE**, do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, pela ajuda na obtenção das fotomicrografias.

A todos que, direta ou indiretamente, me auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa, tornando-a possível de ser realizada.

“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, e de repente você estará fazendo o impossível.”

**São Francisco de Assis**

GUEDES, Lucianne Lucio e Silva. **Avaliação da resistência de união à dentina de cimentos resinosos após imersão em soluções ácidas encontradas na dieta alimentar.** 2008. 168f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Área de Concentração Materiais Dentários) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união à dentina, sob ensaio de microtração, de cimentos resinosos de cura dual convencional (RelyX ARC – 3M ESPE) e autocondicionante (RelyX UNICEM – 3M ESPE), após imersão em diferentes soluções ácidas encontradas na dieta alimentar (vinho, refrigerante e iogurte). Os cimentos foram aplicados nas superfícies oclusais de terceiros molares (n=32), conforme recomendação dos fabricantes. As amostras, em forma de palito com secção transversal retangular e área de  $1,0 (\pm 0,2) \text{ mm}^2$ , foram obtidas na máquina de cortes (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) a uma velocidade de 100 rpm. Após distribuição aleatória dos grupos: G1 (grupo controle em água destilada - RelyX ARC); G2 (grupo controle em água destilada - RelyX UNICEM); G3 (grupo solução em refrigerante - RelyX ARC); G4 (grupo solução em refrigerante - RelyX UNICEM); G5 (grupo solução em iogurte - RelyX ARC); G6 (grupo solução em iogurte - RelyX UNICEM); G7 (grupo solução em vinho - RelyX ARC); G8 (grupo solução em vinho - RelyX UNICEM) e imersão durante uma semana, nas diferentes soluções. Cada corpo-de-prova foi submetido ao ensaio de microtração, com auxílio do dispositivo de Geraldini, em máquina de testes (Instron 4444, Instron Corp., Canton, MA, EUA) a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os valores da resistência de união foram submetidos à ANOVA dois fatores e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para efeito ilustrativo do modo de fratura, fragmentos de dois corpos-de-prova de cada grupo foram, aleatoriamente, selecionados e observados em microscópio eletrônico de varredura (Philips XL-30, Philips Electronic Instruments Company, Mahwah, NJ, USA). As fotomicrografias obtidas ilustram o padrão de fratura das amostras selecionadas. Concluiu-se que o cimento resinoso convencional (RelyX ARC) proporcionou resistência de união à dentina estatisticamente superior à do cimento resinoso autocondicionante (RelyX UNICEM). Em solução de refrigerante e vinho RelyX ARC apresentou redução, estatisticamente significativa, na resistência de

união à dentina quando comparado ao grupo controle (água). RelyX UNICEM, em solução de refrigerante, vinho e iogurte apresentou redução na resistência de união à dentina, estatisticamente significativa, quando comparado ao grupo controle (água).

**Palavras-chave:** Cimentos Dentários, Cimentos de Resina, Cimentação, Resistência à Tração.

GUEDES, Lucianne Lucio e Silva. **Evaluation bond strength to dentine of resin cements after immersion in acids solutions found on the diet.** 2008. 168f. Dissertation (Master of Science in Dentistry – Dental Materials) Federal University of Santa Catarina, Florianópolis.

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate the bond strength to the dentine, under microtensile test, of resin cements of conventional dual cure (RelyX ARC – 3M ESPE) and self-etching (RelyX UNICEM – 3M ESPE), after immersion in different acid solutions found on the diet (wine, soft-drink and yogurt). The cements were applied in the occlusal surfaces of third molar teeth (n=32), as manufacturers' recommendation. The samples, in toothpick form with rectangular transversal section and area of  $1.0 (\pm 0.2) \text{ mm}^2$ , were obtained on the cutting machine (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) at 100 rpm. After aleatory distribution of the groups: G1 (group control in distilled water - RelyX ARC); G2 (group control in distilled water - RelyX UNICEM); G3 (group solution in soft-drink - RelyX ARC); G4 (group solution in soft-drink - RelyX UNICEM); G5 (group solution in yogurt - RelyX ARC); G6 (group solution in yogurt - RelyX UNICEM); G7 (group solution in wine - RelyX ARC); G8 (group solution in wine - RelyX UNICEM) and immersion for one week, in the different solutions. Each body-of-proof was submitted to microtensile test, with Geraldini's device aid, in test machine (Instron 4444, Instron Corp., Canton, MA, USA) at 0.5 mm/min. The bond strength values were submitted ANOVA two-way and Tukey's test ( $p < 0.05$ ). For fracture way illustrative effect, fragments of two bodies-of-proof of each group were, randomly, selected and observed in scanning electron microscope (Philips XL-30, Philips Electronic Instruments Company, Mahwah, NJ, USA). The obtained photomicrographs illustrate the samples fracture standard selected. It concluded that the conventional resinous cement (RelyX ARC) provided bond strength to dentine statistically higher to the resinous cement self-etching (RelyX UNICEM). In soft-drink and wine solution RelyX ARC presented reduction, statistically significant, in the bond strength to dentine when compared to the group control (water). RelyX UNICEM, in soft-drink, wine and yogurt solution, presented reduction in the bond strength to dentine, statistically significant, when compared to the group control (water).

**Keywords:** Luting Agents, Resin Cements, Cementation, Tensile Strength.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Bis-GMA: bisfenol-A diglicidil metacrilato

°C: graus Celsius

cm: centímetro

G1: RelyX ARC em água destilada

G2: RelyX UNICEM em água destilada

G3: RelyX ARC em refrigerante

G4: RelyX UNICEM em refrigerante

G5: RelyX ARC em iogurte

G6: RelyX UNICEM em iogurte

G7: RelyX ARC em vinho

G8: RelyX UNICEM em vinho

h: horas

kgf/mm<sup>2</sup>: quilograma-força por milímetro quadrado

kV: quilovolt

LED: light emitting diode ou diodo emissor de luz

MEV - microscópio eletrônico de varredura

mm: milímetro

mm<sup>2</sup>: milímetro quadrado

mm/min: milímetro por minuto

MPa: megapascal

mW/cm<sup>2</sup>: miliwatt por centímetro quadrado

N: newton

n: número de amostras

pH: potencial do hidrogênio

PVC: policloreto de vinila

s: segundo (unidade de tempo)

SiC: carbeto de silício

rpm: rotação por minuto

TEGDMA: trietileno glicol dimetacrilato

%: porcentagem

DP: desvio padrão

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 ARTIGO.....	20
2.1 Versão em português.....	20
2.2 Versão em inglês.....	48
REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICES.....	81
A – Tabela 1: Principais materiais utilizados na pesquisa, com respectivos fabricantes, composições e números de lote.....	82
B – Tabela 2: Distribuição dos grupos de acordo com o agente cimentante e soluções de armazenagem utilizadas.....	83
C – Tabela 3: Soluções utilizadas na pesquisa, com respectivos ingredientes e números de lote.....	84
D – Tabela 4 a 35: Valores das áreas das amostras, cargas e tensão dos grupos da pesquisa.....	85
E – Tabela 36: Tipos de fratura de duas amostras selecionadas aleatoriamente de cada grupo.....	117
F – Fotografias.....	118
G – Fotomicrografias.....	139
H – Análise estatística.....	147
I – Produção científica durante o mestrado.....	150
ANEXOS.....	151
A – Parecer do comitê de ética da UFSC.....	152
B – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	154
C – Termo de doação do órgão dental.....	155
D – Declaração de sigilo de dados coletados na pesquisa.....	156
E – Metodologia estendida.....	157

## 1 INTRODUÇÃO

Até o início do século passado, os preparos cavitários eram realizados de forma empírica, sem prévio conhecimento mecânico e biológico. Em 1908, Black, desenvolveu os princípios gerais que norteiam a execução dos preparos dentais, elaborando normas e regras baseadas em conceitos mecânicos.

Com o surgimento do condicionamento ácido ao esmalte, proposto por Buonocore (1955), e o aparecimento dos materiais adesivos, expostos também por Buonocore (1956), muitos dos conceitos foram modificados. A cavidade não exigia mais formas e angulações definidas quando do emprego do amálgama como material restaurador, em que a retenção dependia da conformação do preparo cavitário que, muitas vezes, induzia o profissional a realizar um desgaste excessivo envolvendo até mesmo tecido dentário sadio. Desde então, o emprego de materiais à base de resina, principalmente os compósitos restauradores e os cimentos resinosos, vem sendo cada vez mais utilizados na prática odontológica em substituição aos consagrados amálgama e cimento de fosfato de zinco, respectivamente.

Os cimentos resinosos apresentam melhores propriedades físicas, mecânicas, estéticas e de retenção em relação aos cimentos tradicionais. Possuem também menor solubilidade, além de apresentar compatibilidade com os sistemas adesivos, conforme relatado por Attar et al. (2003); Gomes e Kina (2003); Zidan e Ferguson (2003) e Anusavice (2005). Porém, sua aplicação envolve vários procedimentos e aplicação de um sistema adesivo, o que torna a cimentação adesiva uma técnica sensível. O surgimento do cimento resinoso autocondicionante (“self-etch”) vem tentar amenizar a influência das variáveis de manipulação, sendo uma nova opção para a cimentação adesiva, já que esse cimento dispensa o pré-tratamento da superfície dental, segundo Behr et al.(2004); Abo-Hamar et al. (2005); Piwowarczyk et al. (2005) e Ibarra et al. (2006).

Vários trabalhos também têm sido realizados para avaliar a resistência de união de diversos agentes de cimentação. Piwowarczyk et al. (2007) examinaram através de ensaio de cisalhamento, a longo prazo, a resistência de união de sete agentes de cimentação, entre eles Panavia F, Variolink II, RelyX ARC e UNICEM, juntamente com seus respectivos sistemas adesivos e distintos método de ativação. Observaram que o material Variolink II mostrou a mais alta resistência, e que a

ativação por luz rendeu maiores valores de união em comparação à sem luz. Verificaram, ainda, que as duas variáveis e suas interações diferiam significativamente.

Andrade et al. (2007) avaliaram a resistência de união, estratégias distintas de selamento dentinário e adaptação marginal, por intermédio de teste de microtração em restaurações indiretas de resina cimentadas sobre dentina. Para tanto, utilizaram cimento resinoso dual (RelyX ARC) e concluíram que a prévia aplicação do sistema adesivo seguido de uma segunda aplicação, antes da cimentação, é uma técnica alternativa e efetiva para manutenção da integridade da interface parede dentinária e cimento.

Gernhardt et al. (2005) avaliaram a retenção do cimento resinoso (Panavia F) em comparação ao cimento de ionômero de vidro (Ketac-Cem), por intermédio da fixação de pinos cerâmicos pré-fabricados, submetidos a diferentes pré-tratamentos de superfície, como jateados e não jateados. Por meio de testes de tração, o cimento à base de resina apresentou retenção significativamente superior em relação ao seu oponente. Os avaliadores concluíram, ainda, que tanto o agente de cimentação quanto o tipo de pré-tratamento de superfície influenciam na retenção.

O método de ensaio por microtração, proposto por Sano et al. (1994) tem se tornado um método eficiente para avaliar a resistência de união de materiais resinosos aplicados a diferentes substratos. A microtração constitui-se num modelo que permite mensurações da resistência de união, com menor número de falhas coesivas da dentina, além de admitir mensurações múltiplas em um único dente, de acordo com Estrela (2005).

O teste de resistência à microtração está fundamentado na lei da física que atesta que quanto menor for a área do corpo-de-prova, menores são as possibilidades de incorporação de defeitos estruturais (ex. porosidades), bem como menores as oportunidades de incidência de outras tensões (ex. torções), diminuindo, assim, as possíveis variações no ensaio mecânico, conforme El Zohairy et al. (2004). As amostras utilizadas no teste de resistência de união por microtração têm normalmente forma de ampolheta ou palito. Para Phrukkanon, Burrow e Tyas (1998) métodos que utilizam pequenas áreas de superfície produzem valores maiores de resistência de união, por microtração, sendo que a forma da secção transversal da amostra tem pequeno efeito sobre o ensaio.

Carvalho et al. (2005) destacaram os seguintes materiais que podem ser submetidos a esse ensaio: sistemas adesivos, cimentos resinosos, cimento de ionômero de vidro e vernizes.

Segundo Estrela (2005) a união no teste de tração é submetida a uma carga que é aplicada perpendicularmente à interface adesiva. Assim sendo, para que se obtenha a correta realização do ensaio, exige-se a manutenção do alinhamento do corpo-de-prova e, conseqüentemente, a perpendicularidade da interface de união em relação ao eixo da aplicação da carga, de modo a evitar a geração de tensões não próprias de um ensaio de tração, por decorrência de uma geometria interfacial incorreta. Esse requisito levou ao desenvolvimento de um dispositivo, conforme Kemper e Kilian (1976), que acoplado à máquina de testes, permite a reprodutibilidade dos ensaios sempre dentro do requerido alinhamento.

Observa-se, ainda, na literatura a falta de padronização dos testes. Nesse aspecto, com relação à área e ao número de corpos-de-prova, verifica-se, por exemplo, que Andrade et al. (2007) confeccionaram amostras com 0,8 mm<sup>2</sup>, em número variado (6, 7, 13, 14 e 15) por dente. Já Eckert et al. (2007) realizaram experimentos com 1 mm<sup>2</sup>, em número de 9 amostras por dente, além da utilização de diferentes dispositivos para realização do teste.

A delimitação da área adesiva é um fator ainda mais relevante, pois a mesma influencia diretamente nos resultados. Estudos compararam a resistência do sistema adesivo à dentina variando-se a dimensão da área adesiva, e verificaram valores mais elevados quando a área adesiva era menor, sendo observada, portanto, uma relação inversamente proporcional, segundo Shono et al. (1997) e Pashley et al. (1999).

Além dessas variáveis descritas, têm sido observadas diferenças relacionadas aos dispositivos utilizados no ensaio de microtração. São eles: Bencor Multi-T, dispositivo de Ciucchi, de Geraldeli, paquímetro modificado, MT-Jig da Universidade de Iowa, entre outros, que são adaptações às condições de equipamentos dos laboratórios.

O ensaio de microtração é um método e não um fim e, portanto, pode ser adaptado às necessidades da investigação desde que as modificações não comprometam os princípios mecânicos fundamentais do teste. Por usar amostras de tamanho reduzido é prático em trabalhos com poucos elementos dentais, além de permitir a comparação entre tratamentos realizados sobre um mesmo plano de

dentina de um mesmo dente, minimizando, assim, as variáveis naturais encontradas em diferentes dentes. Outra vantagem relaciona-se a possibilidade de se testar comparativa e simultaneamente dois procedimentos, materiais ou técnicas, de acordo com Fernandes (2000) e Estrela (2005).

O teste de microtração também tem sido utilizado para avaliação dos efeitos da armazenagem sobre a estabilidade de interfaces adesivas dos materiais, conforme estudos de Hashimoto et al. (2000, 2003) e Carrilho et al. (2004). Assim sendo, amostras de um mesmo elemento dental, obtidas pelo mesmo procedimento, podem ser analisadas por um ou vários períodos de tempo, sob distintas condições e meios de soluções de armazenamento, conforme relata Estrela (2005).

Os materiais restauradores estão sujeitos às variáveis do meio bucal como: mastigação, variação de pH e temperatura, entre outros. O baixo valor do pH afeta a resistência dos materiais à base de resina no que se refere à decomposição da matriz e das partículas de carga dos mesmos. Alguns estudos têm avaliado os principais elementos da dieta alimentar, como sucos cítricos e refrigerantes, envolvidos na degradação dental dos materiais restauradores. Segundo Cairns et al. (2002) o fator acidez é um indicador do potencial erosivo de alimentos e bebidas, sendo que esse potencial pode ser reduzido com a adição de água nas bebidas a serem consumidas.

Além disso, alguns fenômenos, como contração de polimerização e difusão de substâncias através da matriz resinosa, podem provocar o início e propagação de microtrincas na interface dente/material restaurador, de modo a acelerar a degradação de ambos. Yap et al. (2001) investigaram o efeito de distintos meios químicos na dureza de superfície de materiais resinosos. Esses autores observaram que a degradação do material é dependente de sua composição e que tanto solventes orgânicos quanto ácidos fracos em meio aquoso podem levar à degradação do material.

Eisenburger, Addy e Robbach (2003) avaliaram a suscetibilidade erosiva de vários tipos de cimentos, inclusive o resinoso, por intermédio da solubilidade pelo ácido cítrico. Observaram que as amostras de cimento resinoso apresentaram alterações, como pequenas estrias na superfície, revelando, assim, algum nível de degradação do material.

Estudos que envolvem imersão de corpos-de-prova de materiais restauradores utilizam solventes e soluções que simulam a dieta alimentar. Yap et

al. (2004) avaliaram a microdureza de materiais provisórios, foto e quimicamente ativados e de ativação dupla, sob influência de solventes que simulam a dieta alimentar. Os autores atribuíram as diferenças de valores, em parte, aos efeitos dos solventes utilizados na pesquisa. Duas hipóteses podem explicar o efeito amolecedor dos ácidos sobre os compósitos: 1. o ácido reage com a resina, determinando o rompimento da molécula de polímero, a chamada hidrólise ácida e 2: a dissolução ou intumescimento da matriz orgânica da resina provocada pela sorção de líquidos.

Freitas et al. (1998) avaliaram in “vitro” a ação de ácidos sobre resinas compostas, por intermédio de ensaios de microdureza, rugosidade superficial e espectroscopia de infravermelho, antes e após 48 h de imersão. Observaram que o ácido acético e propiônico exerceram efeito amolecedor em todos os compósitos, enquanto o láctico apenas em um dos compósitos avaliados. A rugosidade superficial dos compósitos não foi alterada após a imersão em quaisquer dos ácidos.

Wongjhantee et al. (2006) determinaram o efeito de alimentos e bebidas ácidas (refrigerante, iogurte, suco de laranja, bebida esportiva e uma sopa) sobre a dureza de superfície de vários substratos, incluindo a dentina e materiais resinosos. Os resultados indicaram que a bebida à base de cola proporcionou redução significativa na dureza de superfície da dentina e da resina microparticulada.

Hobson et al. (2000) avaliaram a resistência de união em esmalte de dois compósitos adesivos ortodônticos (Transbond e Righth-On) após armazenados, por 12 semanas, em diferentes substratos que simulam a dieta alimentar. Os resultados demonstraram que a resistência de união de ambos os materiais resinosos testados foram afetados significativamente quando colocados em etanol a 50% e ácido láctico.

Sendo assim, pelo exposto, e, por conseguinte surgimento de novos cimentos resinosos de cura dual torna-se necessária uma análise da resistência de união entre agentes de cimentação e o substrato dentinário, após a imersão em soluções ácidas que simulam a dieta alimentar.

## **2 ARTIGO**

### **2.1 Versão em português**

**Avaliação da resistência de união de cimentos resinosos à dentina após imersão em soluções ácidas encontradas na dieta alimentar.**

Lucianne L S Guedes 1

Izo M Zani 2

Luiz H M Prates 3

Sergio Fernando Torres de Freitas 4

1 Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

2, 3 Departamento de Estomatologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

4 Departamento de Saúde Pública, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Autora para correspondência: Lucianne Lucio e Silva Guedes

Rua Vidal Gregório Pereira, 76 - Jardim Atlântico – Florianópolis

CEP 88.095-030 – SC – Brasil

Telefone: +55 (048) 32441697

Endereço de e-mail: lutogo@terra.com.br

**Artigo formatado segundo as normas da revista Dental Materials.**



## Resumo

**Objetivos.** Avaliar a resistência de união à dentina, sob microtração, de cimentos resinosos de ativação dual convencional (RelyX ARC – 3M ESPE) e autocondicionante (RelyX UNICEM – 3M ESPE), após imersão em soluções ácidas (vinho, refrigerante e iogurte) encontradas na dieta alimentar.

**Métodos.** Os cimentos foram aplicados nas superfícies oclusais de terceiros molares extraídos (n=32), conforme recomendações dos fabricantes. Os corpos-de-prova, em forma de palito, com secção transversal retangular e área de  $1,0 (\pm 0,2)$  mm<sup>2</sup>, foram obtidos na máquina de cortes (Isomet 1000) a uma velocidade de 100 rpm. Após distribuição em oito grupos de armazenamento, por uma semana, em diferentes soluções, as amostras foram submetidas ao ensaio de microtração em máquina de testes (Instron 4444), a uma velocidade de 0,5 mm/min.

**Resultados.** Os resultados foram submetidos à ANOVA dois fatores e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A análise ilustrativa do modo de fratura de dois corpos-de-prova de cada grupo, aleatoriamente selecionados, foi realizada em MEV (Philips XL-30). RelyX ARC proporcionou resistência de união à dentina estatisticamente superior à do RelyX UNICEM. RelyX ARC armazenado em refrigerante e vinho apresentou menor resistência de união à dentina, estatisticamente significativa, comparado ao grupo controle (água). RelyX UNICEM armazenado em refrigerante, vinho e iogurte apresentou redução, estatisticamente significativa, na resistência de união à dentina comparado ao grupo controle (água).

**Significado.** Soluções ácidas encontradas na dieta alimentar interferem na resistência de união dos materiais testados.

**Palavras-Chave:** Cimentos Dentários, Cimentos de Resina, Cimentação, Resistência à Tração.

## Introdução

Os materiais à base de resina, principalmente os compósitos restauradores e os cimentos resinosos, vêm sendo cada vez mais empregados na prática odontológica. Os cimentos resinosos apresentam melhores propriedades físicas, mecânicas, estéticas e de retenção em relação aos cimentos tradicionais. Possuem também menor solubilidade, além de serem compatíveis com os sistemas adesivos [1]. Porém, seu uso envolve vários procedimentos e aplicação de um sistema adesivo, o que torna a cimentação adesiva uma técnica sensível. O surgimento do cimento resinoso autocondicionante (“self-etch”) tem como proposta diminuir a influência das variáveis de manipulação, sendo uma nova opção para a cimentação adesiva, já que o mesmo dispensa o pré-tratamento superficial [2].

No que diz respeito à resistência de união, o ensaio por microtração tem se tornado um método eficiente para avaliar a força de adesão de diferentes materiais resinosos aplicados a diversos substratos [3]. O teste de resistência à microtração está fundamentado na lei da física que atesta que quanto menor for a área dos corpos-de-prova menores são as possibilidades de incorporação de defeitos estruturais, bem como menores as oportunidades de incidência de outras tensões. Como consequência, ocorre diminuição das possíveis variações do ensaio mecânico [4], sendo que a forma da secção transversal da amostra tem pequeno efeito sobre o mesmo [5]. Observa-se ainda, na literatura, a falta de padronização dos testes, tanto no que diz respeito à área e ao número de corpos-de-prova obtidos por dente quanto em relação aos diferentes dispositivos para realização do ensaio, ou mesmo no que se refere à delimitação da área adesiva, pois a mesma influencia diretamente nos resultados [3].

O teste de microtração também tem sido utilizado para avaliação dos efeitos da armazenagem sobre a estabilidade de interfaces adesivas dos materiais [6]. Assim sendo, amostras de um mesmo elemento dental, obtidas pelo mesmo procedimento, podem ser analisadas por um ou vários períodos de tempo, sob distintas condições, em diferentes soluções de armazenamento [3]. O baixo valor do pH pode afetar a resistência dos materiais à base de resina no que se refere à decomposição da matriz e das partículas de carga dos mesmos [6, 7, 8, 9, 10]. Alguns trabalhos têm avaliado os principais elementos da dieta alimentar, como sucos cítricos e refrigerantes envolvidos na degradação dos materiais restauradores [11, 12], porém existe uma carência de estudos em relação aos materiais adesivos cimentantes.

Portanto, este estudo tem por objetivo avaliar a resistência de união à dentina, por ensaio de microtração, de um cimento resinoso dual convencional (RelyX ARC – 3M ESPE) e de um cimento resinoso autocondicionante (RelyX UNICEM – 3M ESPE) após imersão, durante uma semana, em distintas soluções ácidas (vinho, refrigerante à base de cola e iogurte) que simulam a dieta alimentar.

## **Materiais e métodos**

Trinta e dois terceiros molares humanos, não cariados, extraídos por motivos alheios a esta pesquisa, obtidos a partir de doadores, foram limpos e armazenados em solução aquosa de timol a 0,5%, à temperatura ambiente, por um período não superior a 60 dias antes do início dos procedimentos experimentais. Os dentes foram aleatoriamente distribuídos (Tabela 1) em oito grupos de quatro dentes cada um. A utilização das amostras foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (Parecer nº 188/07).

### **Preparação das amostras**

A porção oclusal dos molares foi removida utilizando-se disco diamantado (Dupla face, 102 de diâmetro x 0,3 mm de espessura, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) acoplado à máquina de cortes (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), numa velocidade de 100 rpm [13]. A superfície oclusal exposta foi desgastada numa politriz (Panambra Struers, DP-10, Panambra, São Paulo, Brasil), sob refrigeração constante, utilizando-se lixas de carbeto de silício (SiC) nº 600, por 40 s, de modo a padronizar e simular a “smear layer”. As faces oclusais dos dentes dos grupos G1, G3, G5 e G7 foram condicionadas com ácido fosfórico a 37%, por 15 s, lavadas com spray ar/água por 15 s e secas com bolinhas de algodão por 2 a 5 s, a fim de se obter uma superfície dentinária levemente umedecida por água. Com auxílio de um aplicador descartável foi aplicado o adesivo (Adper Single Bond, 3M ESPE, Irvine, CA, USA, Lote 7KJ). A aplicação foi realizada em duas camadas, sendo, após o refinamento com jato de ar indireto por 2 a 5 s, realizada a fotoativação, por 10 s, com a unidade fotoativadora (LED - Diodo Emissor de Luz - modelo Raddi, SDI Limited, Bayswater, Victoria, AU), com intensidade de luz de 400 mW/cm<sup>2</sup> mensurada previamente por meio de um radiômetro (Demetron LED 910726, Kerr

Corporation, Orange, CA, EUA). Para os grupos G2, G4, G6 e G8, as faces oclusais dos dentes não foram submetidas ao condicionamento ácido e nem utilização do sistema adesivo, uma vez que receberam aplicação do cimento resinoso autocondicionante, que foram fotoativados após dois minutos do seu emprego. Os cimentos resinosos (Tabela 2) foram aplicados nas superfícies oclusais seguindo-se as recomendações dos fabricantes, em número de quatro camadas de aproximadamente 1 mm cada uma. Um quinto incremento de resina composta (Opallis, FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, BR, Lote 27ABR06) foi acrescentado à superfície do agente cimentante, de modo a formar uma “coroa”, para conseguir-se uma superfície plana e perpendicular ao longo eixo do dente e com altura suficiente.

Após a realização da restauração (simulação da “coroa”) com os respectivos cimentos resinosos e imersão por 24 horas em água destilada a 37°C, cada um dos 32 dentes teve sua porção radicular removida com auxílio da Isomet. O corte foi realizado 4 a 5 mm abaixo do limite amelodentinário. A partir da superfície cervical obtida após a remoção da raiz, foi realizado o preenchimento da câmara pulpar utilizando-se resina composta (Opallis, FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, BR, Lote 27ABR06), a fim de propiciar a obtenção das amostras.

Decorrida 24 horas de estocagem em água, cada “coroa” dental foi seccionada perpendicularmente à interface adesiva, usando-se a Isomet, no sentido méso-distal e vestibulo-lingual, visando à obtenção de palitos retangulares de  $1 (\pm 0,2) \text{ mm}^2$  [14, 15]. Os palitos, em quantidade total de 578, resultantes das amostras foram distribuídos em oito grupos e imersos em água destilada (grupo controle) e nas respectivas soluções ácidas, todas armazenadas em estufa biológica a 37°C por uma semana, para posterior mensuração (Tabela 3). Os palitos das faces externas

de cada dente foram descartados, de modo a uniformizar as amostras em tecido dentinário.

Para examinar a qualidade das amostras foi utilizada uma lupa estereoscópica com aumento de 20x (Carl Zeiss, Oberkochen, DEU). Os palitos com suspeita de qualquer falha ou, eventualmente fora dos padrões preestabelecidos, foram também descartados.

### **Teste de microtração**

Após uma semana, os corpos-de-prova foram lavados com água destilada, secos em papéis descartáveis e mensurados com paquímetro eletrônico digital (Starrett 727, Athol, MA, USA). Após a mensuração da base e da altura de cada amostra utilizou-se a fórmula  $A = b \times h$  (onde  $A$  = área da secção transversal;  $b$  = base e  $h$  = altura) para o cálculo da área da secção transversal (quadrangular). As amostras que não apresentaram as medidas padronizadas em 1,0 ( $\pm 0,2$ ) mm, totalizando uma área de superfície aproximada de 1,0 mm<sup>2</sup>, foram descartadas. Na seqüência, os palitos foram, individualmente, colados pelas suas extremidades aos dispositivos de Geraldeli [16], utilizando-se adesivo em gel à base de cianoacrilato [6] de polimerização rápida (Super Bonder, Henkel Loctite Adesivos Ltda., Itapevi, SP, Brasil), e posicionados na máquina de testes (Instron 4444, Instron Corp., Canton, MA, EUA) (Fig. 1). Os testes de microtração foram realizados numa velocidade constante de 0,5 mm/min, até a fratura das amostras [20]. O cálculo da resistência de união, por ensaio de microtração, foi obtido através da fórmula  $T = F/A$ , onde:  $T$  = tensão, em MPa (megapascal);  $F$  = carga de fratura, em N (newton) e  $A$  = área da amostra, em mm<sup>2</sup> (milímetros quadrados).

### **Microscopia eletrônica (MEV)**

Após o teste de microtração, as partes fraturadas dos corpos-de-prova foram identificadas e individualmente posicionadas sobre uma base de cera utilidade, sendo acondicionadas em recipientes plásticos contendo esferas de sílica na forma de gel (Sílica Gel Azul, Vetec Química Fina Ltda., Duque de Caxias, RJ, Brasil). Na seqüência, duas amostras de cada grupo, selecionadas aleatoriamente, foram fixadas em portas-amostra e recobertas metalicamente com ouro (Sputter Coater, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein) e levadas para visualização em microscópio eletrônico de varredura (Philips XL-30, Philips Electronic Corp., Eindhoven, Holanda), em aumentos de 60, 500 e 1000 vezes, sob corrente de 10 kV e distância de trabalho de 7,6 a 12,6 cm.

O procedimento acima descrito foi realizado com o propósito de ilustrar o modo de fratura que ocorreu com as amostras. Os tipos de falhas foram classificados, de acordo com estudos anteriormente realizados [21], nos seguintes modos: 1. Coesiva: em cimento resinoso (quando houve fratura no cimento resinoso); em adesivo (quando havia camada de adesivo sobre a superfície dental e/ou túbulos dentinários preenchidos com adesivo) e em estrutura dental (quando a falha ocorreu na dentina). 2. Adesiva: quando a falha ocorreu entre adesivo e estrutura dental, observando-se a maior parte de túbulos dentinários e/ou superfície dental sem adesivo. 3. Mista: quando ocorreu uma composição do tipo de falha coesiva e adesiva.

## **Resultados**

### **Teste de Microtração**

Os valores obtidos nos ensaios de microtração foram relacionados às áreas de união e expressos em MPa (megapascal). Na seqüência, os dados foram submetidos à ANOVA dois fatores e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Após uma semana de imersão, nas diferentes soluções, RelyX ARC apresentou os maiores valores médios de resistência de união: G1 ( $28,55 \text{ MPa} \pm 9,04$ ), G5 ( $28,14 \text{ MPa} \pm 5,34$ ), G3 ( $24,20 \text{ MPa} \pm 8,29$ ) e G7 ( $22,59 \text{ MPa} \pm 3,96$ ), respectivamente, em água, iogurte, refrigerante e vinho. RelyX UNICEM, por sua vez, revelou os menores valores: G2 ( $16,43 \text{ MPa} \pm 2,68$ ), G8 ( $11,87 \text{ MPa} \pm 2,40$ ), G4 ( $9,79 \text{ MPa} \pm 2,05$ ), G6 ( $8,94 \text{ MPa} \pm 1,90$ ) e, respectivamente, em água, vinho, refrigerante e iogurte (Tabela 4) (Fig. 2).

### **Análise ilustrativa em MEV**

Após seleção aleatória de dois corpos-de-prova de cada grupo, com o propósito de ilustrar o modo de fratura que ocorreu com os materiais testados, verificou-se que com o RelyX ARC as falhas foram predominantemente coesivas no cimento resinoso, enquanto para o RelyX UNICEM as falhas foram predominantemente mistas e adesivas (Fig. 3).



## Discussão

A partir da introdução dos cimentos resinosos autocondicionantes, como opção na técnica de cimentação adesiva, a eficácia dos mesmos em relação à resistência de união tem sido pesquisada, seja por ensaio de microtração ou cisalhamento, em diversos substratos [2, 19, 20, 21].

Neste trabalho a escolha pelo teste de microtração para avaliar a resistência de união de cimentos resinosos à dentina se deve, entre outros aspectos, à possibilidade de diversificação dos dispositivos [6] e variação das dimensões dos corpos-de-prova, entre 0,5 a 2,0 mm<sup>2</sup> [4, 5], utilizados no ensaio, já que áreas adesivas maiores resultam valores menores de resistência de união e vice-versa, fato sustentado pela teoria de Griffith [3, 5, 22].

Assim sendo, comparações entre cimentos resinosos convencionais e autocondicionantes e a capacidade dos mesmos de resistirem às influências das variáveis presentes na cavidade oral tornam-se questões a serem esclarecidas a fim de se estabelecer um prognóstico em relação ao desempenho desses materiais. Variáveis relacionadas à dieta estão entre as que podem ter algum efeito na resistência de união desses agentes cimentantes. O assunto já foi avaliado em se tratando do efeito de diferentes soluções líquidas que compõem a dieta sobre as resinas compostas, notadamente no que se refere à resistência de união e outras propriedades [23, 24, 25]. Todavia, no que diz respeito aos cimentos resinosos, o assunto não tem sido estudado.

Seguindo esse parâmetro, várias soluções podem causar danos aos materiais odontológicos, destacando-se as bebidas ácidas [8, 26].

Analisando-se os resultados desta pesquisa, verificou-se que os dois materiais testados proporcionaram valores de resistência de união, sob teste de

microtração, com diferenças estatisticamente significativas entre si, após imersão por uma semana em água (grupo controle). O maior valor médio foi obtido para o cimento resinoso convencional (RelyX ARC), enquanto o menor valor médio foi observado para o cimento resinoso autocondicionante (RelyX UNICEM).

Relacionando-se os resultados do presente estudo com os disponíveis na literatura, verifica-se que em pesquisa de Yang et al. [27] também foram encontrados maiores valores médios de resistência de união, sob ensaio de microtração, para os cimentos resinosos convencionais (Super-Bond C&B, Panavia F) em relação ao do autocondicionante (RelyX UNICEM), confirmando, portanto, os resultados aqui observados. Resultados similares foram observados por Holderegger et al. [28], que avaliaram a resistência de união à dentina, porém com ensaios de cisalhamento, do cimento auto-adesivo RelyX UNICEM comparativamente a outros três cimentos resinosos convencionais (RelyX ARC, Panavia 21 e Multilink), após armazenagem em água e termociclagem. O citado trabalho revelou valor de resistência de união significativamente mais baixo para o cimento resinoso autocondicionante, ratificando, novamente, porém com testes distintos, os resultados relatados no presente estudo.

Em contradição ao presente estudo, De Munck et al. [20], por intermédio de teste de microtração, observaram resultados semelhantes para o cimento resinoso convencional (Panavia F) quando comparados aos do cimento autocondicionante (RelyX UNICEM), em se tratando de tecido dentinário. Em pesquisa de Abo-Hamar et al. [2] envolvendo resistência de união, porém, sob ensaio de cisalhamento, também foi revelado que não houve diferença estatisticamente significativa entre o cimento auto-adesivo (RelyX UNICEM) e outros quatro cimentos (Variolink II, Panavia F, Dyract Cem Plus e Ketac Cem Maxicap).

Apesar de algumas contradições da literatura, verificam-se alguns trabalhos relatando a inferioridade para a resistência de união dos materiais auto-adesivos e outros descrevendo similaridade dos mesmos em relação aos cimentos resinosos convencionais. É possível que os resultados que demonstram inferioridade da resistência de união para os cimentos autocondicionantes, incluindo os deste estudo, tenham ocorrido, entre outros aspectos, pelo fato do agente condicionador presente no cimento não ter proporcionado adequada desmineralização da dentina, embora, de acordo com os dados do fabricante (3M ESPE), o pH do mesmo seja menor que 2,0 durante os primeiros minutos de aplicação [20]. Além disso, destaca-se que a penetração dos cimentos autocondicionantes no substrato dentinário não ocorre com a mesma eficiência, devido ao menor escoamento apresentado pelos mesmos, quando comparado aos sistemas adesivos com baixa viscosidade, utilizados com os cimentos convencionais [20, 27].

O caráter auto-adesivo do RelyX UNICEM se deve ao ácido fosfórico metacrilato, componente presente em sua formulação, que provoca a desmineralização da estrutura dental permitindo a infiltração do material e conseqüente retenção micromecânica [2, 29]. Os resultados desta pesquisa evidenciam, a princípio, que tal particularidade não foi suficiente para gerar uma resistência de união semelhante à do cimento resinoso convencional (RelyX ARC). Por outro lado, a maior resistência de união encontrada neste estudo para o cimento convencional, provavelmente, tenha ocorrido pela facilidade de penetração do sistema adesivo, devido ao tratamento prévio com ácido fosfórico no substrato dental, com a possível formação de camada híbrida, o que confere ao material uma união segura [20]. Complementando, a ação mútua de união entre a estrutura dental e os cimentos auto-adesivos é superficial e irregular, pois não ocorre uma formação

real da camada híbrida, devido à ausência de “tags” de resina [20, 29].

Em relação à ação deletéria que substâncias ácidas podem exercer sobre os materiais presentes na cavidade bucal, destaca-se, inicialmente, que o assunto é pouco estudado em se tratando de cimentos resinosos. Todavia, alguns estudos já demonstraram esse efeito negativo em várias propriedades físico-químicas nos materiais à base de resina, devido à degradação hidrolítica que ocorre na união entre a matriz orgânica e as partículas de carga [8, 26].

Neste estudo, observando-se os resultados dos grupos em que os espécimes foram submetidos às soluções ácidas, verificou-se que, excetuando-se o grupo em que RelyX ARC foi imerso em iogurte, em todas as outras situações de imersão os valores de resistência de união, tanto para o cimento resinoso convencional quanto para o auto-adesivo, foram inferiores em relação ao grupo controle (água). Possivelmente, caso o tempo de armazenagem nas soluções tivesse sido prolongado, essas diferenças se tornariam ainda mais evidentes.

Como comentado, em se tratando da ação deletéria de soluções ácidas sobre a resistência de união de cimentos resinosos, há carência de publicações. Assim sendo, comparações com estudos que avaliaram outras propriedades e materiais semelhantes são inevitáveis. Dessa forma, por exemplo, Yap et al. [12] avaliaram alterações na dureza em materiais resinosos restauradores provisórios armazenados por uma semana em solventes que simulam a dieta. Foi concluído que as soluções de etanol, nas diferentes concentrações, provocaram valores significativamente mais baixos, devido ao amolecimento da matriz de BIS-GMA, por mecanismo ainda não exatamente conhecido. Embora tenha avaliado propriedade diferente da estudada nesta pesquisa, extrapolando-se os resultados e comparando-se com o presente trabalho, verifica-se relação similar entre o grupo

em que foi utilizado o RelyX ARC armazenado em vinho comparativamente ao grupo controle (água). A mesma situação ocorreu no caso do RelyX UNICEM armazenado em vinho em relação ao controle mantido em água.

Seguindo esse raciocínio, em outra pesquisa, Yap et al. [8] avaliaram a degradação química de compósitos restauradores imersos, por uma semana, em água destilada, saliva artificial, ácido cítrico, ácido láctico, heptano e solução aquosa de etanol. Os resultados também mostraram que o ácido láctico promoveu diminuição dos valores de dureza, provavelmente, devido ao fato do mesmo ter promovido a dissolução química das partículas de cargas de vidro flúor-silicato que compõem os materiais resinosos. Da mesma forma, excedendo-se aos resultados observados e comparando-se com o presente trabalho, verifica-se relação similar entre o grupo em que foi utilizado o RelyX ARC e RelyX UNICEM armazenados em iogurte, posto que ambos diminuíram a resistência de união, embora não tenha sido observada diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle e o cimento resinoso convencional na referida solução.

Nesse mesmo enfoque, destaca-se que Wongjhanthee et al. [30], por sua vez, determinaram o efeito de alimentos e bebidas ácidas (refrigerante, iogurte, suco de laranja, bebida esportiva e sopa) sobre a dureza de superfície de vários substratos, incluindo a dentina e materiais resinosos. Os resultados indicaram que a bebida à base de cola proporcionou redução significativa na dureza de superfície da dentina e da resina microparticulada. Ultrapassando-se os resultados e confrontando-se os dados com a presente pesquisa, verifica-se relação similar para ambos os cimentos resinosos (RelyX ARC e RelyX UNICEM) quando armazenados em refrigerante (Coca-Cola). A partir da redução da dureza dentinária observada no citado trabalho, após imersão em bebida à base de cola, levanta-se também a hipótese da

desmineralização do substrato dentinário ter alguma influência nos resultados de resistência de união aqui observados.

Por outro lado, comparando materiais adesivos diferentes dos utilizados na presente pesquisa, Hobson et al. [23], avaliaram a resistência de união em esmalte de dois compósitos adesivos ortodônticos (Transbond e Righth-On) após armazenagem, por 12 semanas, em diferentes substratos que simulam a dieta alimentar. Os resultados demonstraram que a resistência de união de ambos os materiais resinosos testados foram afetados significativamente quando colocados em etanol a 50% e ácido láctico. Novamente, extrapolando-se na comparação dos dados obtidos dessa pesquisa com o presente trabalho, verifica-se similaridade com os grupos em que os materiais resinosos foram imersos em vinho. Porém quando armazenados em iogurte as pesquisas se contradizem, uma vez que a resistência de união do RelyX ARC não foi afetada, diferentemente do RelyX UNICEM, que sofreu redução estatisticamente significativa.

No presente estudo, embora a análise em MEV tenha sido realizada para efeito ilustrativo, pode-se verificar nos espécimes dos grupos G1, G3, G5 e G7 (RelyX ARC) que as fraturas foram predominantemente coesivas no material, ou seja, no cimento resinoso convencional (Fig. 3-A). Esse tipo de fratura é característica de corpos-de-prova que quando submetidos a ensaios de tração apresentam alta resistência de união. Provavelmente, a formação da camada híbrida com a presença de “tags”, após o condicionamento ácido e aplicação do sistema adesivo, tenha contribuído para isso. Diferentemente, nos grupos G2, G4, G6 e G8 (RelyX UNICEM) foram observadas um maior número de fraturas do tipo mista e adesiva (Fig. 3-B e 3-C). Possivelmente, o fato do material auto-adesivo não ter conseguido penetrar suficientemente na dentina, mantendo uma interação superficial

e frágil com a mesma, tenha contribuído para esses tipos de falhas. Destaca-se que no caso do cimento autocondicionante o substrato dental não sofreu prévio condicionamento ácido e aplicação do sistema adesivo. Levando-se em conta as limitações da pesquisa “in vitro” e considerando-se as observações aqui relatadas, evidencia-se a necessidade de mais avaliações desses materiais, abrangendo variáveis não estudadas, assim como o desempenho clínico, de maneira a ratificar-se ou não as atuações aqui observadas.

## Conclusão

1. Em todos os meios de armazenagem, incluindo o meio controle (água), o cimento resinoso convencional (RelyX ARC) proporcionou resistência de união à dentina estatisticamente superior à do cimento resinoso autocondicionante (RelyX UNICEM).

2. O cimento resinoso convencional (RelyX ARC) armazenado em refrigerante e vinho apresentou redução, estatisticamente significativa, na resistência de união à dentina quando comparado ao grupo controle (água), o que não ocorreu com a armazenagem em iogurte onde houve similaridade estatística em relação ao grupo controle (água).

3. O cimento resinoso autocondicionante (RelyX UNICEM) armazenado em refrigerante, vinho e iogurte apresentou redução, estatisticamente significativa, na resistência de união à dentina quando comparado ao grupo controle (água).

4. Em se tratando de resistência de união à dentina do cimento resinoso autoadesivo (RelyX UNICEM) o vinho proporcionou resistência de união estatisticamente superior á do iogurte, sendo ambos estatisticamente similares ao refrigerante. Com o cimento resinoso convencional (RelyX ARC), de outra forma, foi observada superioridade estatística para o iogurte em relação ao vinho e refrigerante, que foram estatisticamente similares entre si.



## Referências

- 1 Anusavice KJ. Phillips, materiais dentários. In: Cimentos Odontológicos. 11 ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2005. p. 419-468.
- 2 Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedf KH, Schmalz. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. Clin Oral Invest 2005; 9: 161-167.
- 3 Estrela C. Metodologia científica: ciência, ensino e pesquisa. 2 ed. São Paulo: Artes Médicas, 2005.
- 4 Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Cardoso PEC, Ferrari M. Influence of substrate, shape, and thickness on microtensile specimens' structural integrity and their measured bond strengths. Dent Mater 2004; 20: 643-654.
- 5 Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. Dent Mater 1998; 14: 212-221.
- 6 Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. Biomaterials 2003; 24: 3797-3803.
- 7 Freitas FJG, Consani S, Goes MF, Nascimento EA, Morais SL. Ação de ácidos sobre a resina composta: estudo "in vitro" da ação de ácidos orgânicos sobre a dureza e rugosidade superficial de compósitos. RGO 1998; 46: 201-204.
- 8 Yap AUJ, Tan SHL, Wee SSC, Lee CW, Lim ELC, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. J Oral Rehabil 2001; 28: 1015-1021.
- 9 Eisenburger M, Addy M, Robbach A. Acidic solubility of luting cements. J Dent 2003; 31: 137-142.
- 10 Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of physical properties and surface degradation of self-adhesive resin cements. Dent Mater 2007; 26: 906-914.

- 11 Cairns AM, Watson M, Creanor SL, Foye RH. The pH and titratable acidity of a range of diluting drinks and their potential effect on dental erosion. *J Dent* 2002; 30: 313-317.
- 12 Yap AUJ, Mah MKS, Lye CPW, Loh PL. Influence of dietary simulating solvents on the hardness of provisional restorative materials. *Dent Mater* 2004; 20: 370-376.
- 13 Sadek FT, Cury AH, Monticelli F, Ferrari, M, Cardoso, PEC. The influence of the cutting speed on bond strength and integrity of microtensile specimens. *Dent Mater* 2005; 21: 1144-1149.
- 14 Ghassemieh E. Evaluation of sources of uncertainties in microtensile bond strength of dental adhesive system for different specimen geometries. *Dent Mater* 2008; 24: 536-547.
- 15 Betamar N, Cardew G, Van Noort R. Influence of specimen designs on the microtensile bond strength to dentin. *J Adhes Dent* 2007; 9: 159-168.
- 16 Perdigão J, Geraldeli S, Carmo ARP, Dutra HR. In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strengths of one-bottle adhesives. *J Esthet Restor Dent* 2002; 14: 31-38.
- 17 Yamaguchi K, Miyazaki M, Takamizawa T, Tsubota K, Rikuta A. Influence of crosshead speed on micro-tensile bond strength of two-step adhesive systems. *Dent Mater* 2006; 22: 420-425.
- 18 Sardella TN, Castro FLAC, Sanabe ME, Hebling J. Shortening of primary dentin etching time and its implication on bond strength. *J Dent* 2005; 33: 355-362.
- 19 Mota CS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Tensile bond strength of four resin luting agents bonded to bovine enamel and dentin. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 558-564.

- 20 De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater* 2004; 20: 963-971.
- 21 Pisani-Proença J, Erhardt, MCG, Valandro LF, Gutierrez-Aceves G, Bolanos-Carmona MV, Del Castillo-Salmeron R, Bottino MA. Influence of ceramic surface conditioning and resin cements on microtensile bond strength to a glass ceramic. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 412-417.
- 22 Griffith AA. The Phenomena of Rupture and Flow in Solids. *Phil Trans Roy Soc Lon (Series A)*. The Royal Society 1921; 221: 163-198.
- 23 Hobson RS, McCabe JF, Hoog SD. The effect of food simulants on enamel-composite bond strength. *J Orthod* 2000; 27: 55-59.
- 24 Akova T, Ozkomur A, Uysal H. Effect of food-simulating liquids on the mechanical properties of provisional restorative materials. *Dent Mater* 2006; 22: 1130-1134.
- 25 Luiz BKM, Quintella CM, Friedrich LA, Silva EB, Veiga W, Prates LHM, Bertolino JR, Pires ATN. Effect of drinks on the surface properties of dental resin composites. *Polym Test* 2007; 26: 855-861.
- 26 Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater* 2006; 22: 211-222.
- 27 Yang b, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dent Mater* 2006; 22: 45-56.
- 28 Holderegger C, Sailer I, Schuhmacher C, Schläpfer R, Hämmerle, Fischer J. Shear bond strength of resin cements to human dentin. *Dent Mater* 2008; 24: 944-950.

- 29 Gerth HUV, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites – A comparative study. *Dent Mater* 2006; 22: 934-941.
- 30 Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *Dent Mater* 2006; 34: 214-220.

## Tabelas

Tabela 1 - Distribuição dos grupos de acordo com o agente cimentante e soluções de armazenagem utilizadas.

Grupo	Cimento RelyX	Solução de Imersão
G1	ARC*	Água destilada
G3	ARC*	Refrigerante
G5	ARC*	Iogurte
G7	ARC*	Vinho
G2	UNICEM**	Água destilada
G4	UNICEM**	Refrigerante
G6	UNICEM**	Iogurte
G8	UNICEM**	Vinho

\*Cimento resinoso convencional; \*\*Cimento resinoso autocondicionante.

Tabela 2 - Principais materiais utilizados na pesquisa, com respectivos fabricantes, composições e números de lote.

Material	Fabricante	Composição *	Lote
RelyX ARC	3M ESPE St. Paul, MN, USA	Bis-GMA, TEGDMA, polímero dimetacrilato, vidro de zircônia e sílica (67,5% em peso), químico e fotoiniciadores.	GCHC
RelyX UNICEM	3M ESPE Seefeld, Bavaria, DEU	Pó: pó de vidro, sílica, hidróxido de cálcio, pigmento, iniciador, composto de peróxido substituto de pirimidina. Líquido: dimetacrilato, ester fosfórico de metacrilato, acetato, inibidor, estabilizador.	286408
Adper Single	3M ESPE Irvine	Etanol, Bis-GMA, silano com carga (sílica), 2-hidroxietilmetacrilato, glicerol	7KJ
Bond 2	CA, USA	1,3-dimetacrilato, copolímeros de ácido acrílico e ácido itacônico.	

\*Composição de acordo com os fabricantes.

Tabela 3 - Soluções utilizadas na pesquisa, com respectivos fabricantes, ingredientes e números de lote.

Solução	Fabricante	Ingredientes	Lote
Vinho	Fratelli Bolla SPA	Uvas viníferas européias,	L61179A2
*NC: Bolla	Verona, Vêneto,	conservante, antioxidante INS220.	
Valpolicella	ITA		
Refrigerante	The Coca-Cola	Água gaseificada, açúcar,	S215:38
(à base de	Company	cafeína, extrato de noz de cola,	P041007
cola)	Atlanta, GA, USA	corante caramelo IV, acidulante	
NC: Coca-		INS 338 e aroma natural.	
Cola			
logurte	Danone Ltda.	Leite reconstituído, açúcar, polpa	M10414:14
NC: Danup	Guaratinguetá,	de fruta, aromatizante,	
	SP, BR	acidulante ácido cítrico,	
		conservante sorbato de K,	
		corante artificial vermelho	
		ponceau, amido modificado e	
		fermento láctico.	

---

\*NC: Nome comercial.

Tabela 4 - Valores médios (MPa) da resistência de união à dentina, sob ensaio de microtração, dos cimentos resinosos testados nas distintas soluções ácidas.

Soluções	Cimentos Resinosos			
	RelyX ARC		RelyX UNICEM	
	Média (DP*)	n	Média (DP*)	n
Água destilada	28,55 (9,04) Aa	61	16,43 (2,68) Ab	70
Refrigerante	24,20 (8,29) Ba	70	9,79 (2,05) BCb	69
logurte	28,14 (5,34) Aa	83	8,94 (1,90) Cb	71
Vinho	22,59 (3,96) Ba	78	11,87 (2,40) Bb	76

Valores médios seguidos por letras maiúsculas distintas em uma mesma coluna ou letras minúsculas distintas em uma mesma linha são estatisticamente diferentes pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). DP\* = desvio padrão (entre parênteses). n = número de amostras.



## Figuras

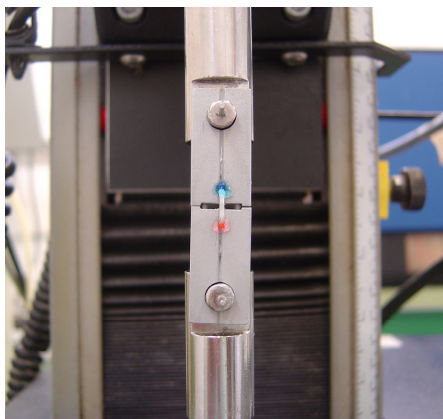


Figura 1 - Corpo-de-prova fixado no dispositivo de Geraldeli e posicionado na máquina de teste para ser submetido ao ensaio de microtração.

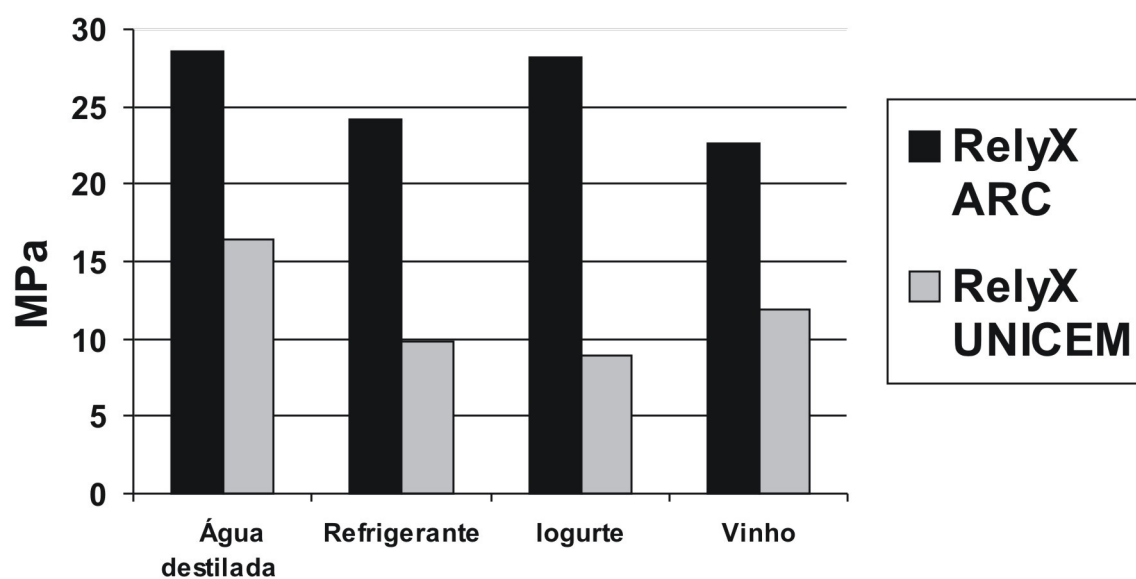


Figura 2 - Representação gráfica dos valores médios de resistência de união à dentina (MPa) dos dois cimentos em função dos diferentes meios de armazenagem.

\* Para avaliar as diferenças estatísticas ver Tabela 4.

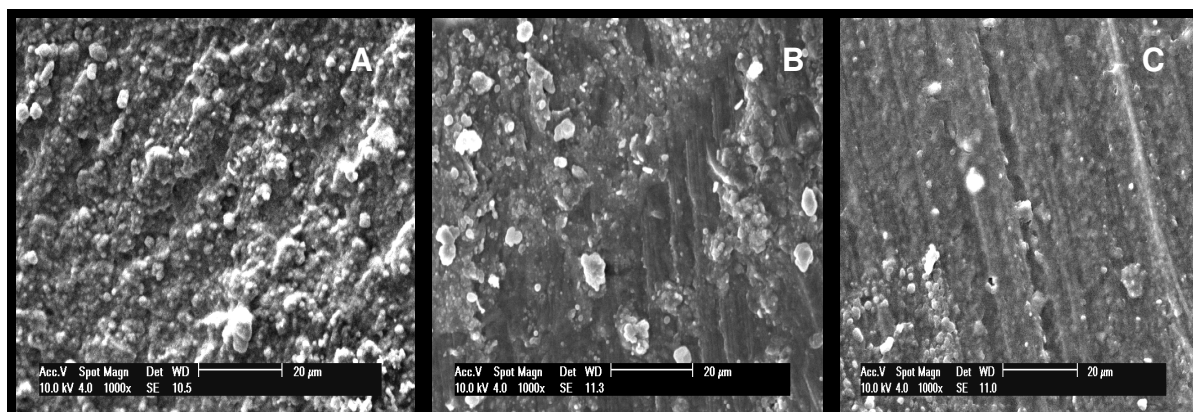


Figura 3 - Fotomicrografias das superfícies fraturadas (aumento de 1000X) das amostras obtidas com RelyX ARC (A) e RelyX UNICEM (B e C) em solução à base de cola. Observam-se falhas sugestivas: (A) coesiva no cimento resinoso, (B) mista no cimento resinoso e na interface adesiva e (C) adesiva.

## **2.2 Versão em inglês**

**Evaluation bond strength of resin cements to dentine after immersion in acids solutions found on the diet.**

Lucianne L S Guedes 1

Izo M Zani 2

Luiz H M Prates 3

Sergio Fernando Torres de Freitas 4

1 Postgraduation in Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.

2, 3 Department of Stomatology, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.

4 Department of Public Health, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.

Corresponding author: Lucianne Lucio e Silva Guedes

Rua Vidal Gregório Pereira, 76 - Jardim Atlântico – Florianópolis

CEP 88.095-030 – SC – Brazil

Phone: +55 (048) 32441697

E-mail address: lutogo@terra.com.br

**Formatted article according to the magazine rules Dental Materials.**

## **Abstract**

**Objectives.** Evaluate the bond strength to the dentine, under microtensile, of resinous cements of conventional dual activation (RelyX ARC – 3M ESPE) and self-etching (RelyX UNICEM – 3M ESPE) after immersion in acid solutions (wine, soft-drink and yogurt) found on the diet.

**Methods.** The cements were applied in the occlusal surfaces of extracted third molar teeth (n=32), as manufacturers' recommendation. The bodies-of-proof, in toothpick form, with rectangular transversal section and area of  $1.0 (\pm 0.2) \text{ mm}^2$ , were obtained on the cutting machine (Isomet 1000) at 100 rpm. After distribution in eight storage groups, for one week, in different solutions, the samples were submitted to microtensile in test machine (Instron 4444), at 0.5 mm/min.

**Results.** The results were submitted to ANOVA two-way and Tukey's test ( $p < 0.05$ ). The fracture way illustrative analysis, of two bodies-of-proof of each group, randomly selected, was held in MEV (Philips XL-30). RelyX ARC provided bond strength to dentine statistically higher to RelyX UNICEM. RelyX ARC stored in soft-drink and wine presented bond strength to dentine statistically significant smaller, compared to the group control (water). RelyX UNICEM stored in soft-drink, wine and yogurt presented reduction, statistically significant, in the bond strength to dentine compared to the group control (water).

**Significance.** Acid solutions found on the diet interfere on the bond strength of the tested materials.

**Keywords:** *Luting agents, Resin cements, Cementation, Tensile strength.*

## Introduction

The materials with resin base, mostly the restoring composites and resinous cements, have been more and more used in the odontological practice. The resinous cements present better physical and mechanical, aesthetics and retention properties in relation to traditional cements. The solubility is lower, besides being compatible with the adhesive systems [1]. However, its application involves several procedures and applications of an adhesive system, what turns the adhesive cementation a sensitive technique. The appearance of the self-etching resinous cement proposes to decrease the manipulation variable influences, being a new option for the adhesive cementation since the cement avoids the superficial pre-treatment [2].

In relation to the bond strength, the microtensile test has become an efficient method to evaluate the adhesion strength of different resinous materials applied to several substratums [3]. The strength test to microtensile is based on the physics law that attests that as smaller as the bodies-of-proof are smaller the incorporation possibilities of structural defects, as well as smaller the incidence opportunities of other tensions. As a consequence, there is a decrease of possible variations of the mechanical rehearsal [4] and the sample transversal section form has small effect on it [5]. It is observed, in the literature, the lack of standardization tests, in relation to the area and the number of bodies-of-proof obtained by tooth as regarding the different devices for rehearsal accomplishment, or even in relation to the delimitation of the adhesive area, as this one influences directly in the results [3].

Microtensile test has been also used for evaluating storage effects in acid environment on adhesive interface stability of the materials [6]. In this case, samples of the same dental element, obtained from the same the procedure can be analyzed by one or several times, under distinct conditions, in different storage solutions [3].

The low pH value can affect the material strengths on resin base regarding the matrix decomposition and the load particles of them [6, 7, 8, 9, 10]. Some studies have been evaluating the main diet elements, such as citric juices and soft-drinks, involved in the dental degradation of the restored materials [11, 12], however there is a lack of studies regarding the luting adhesive materials.

Therefore, this study aims the bond strength evaluation to the dentine, by microtensile rehearsal, of dual-cured conventional resinous cement (RelyX ARC – 3M ESPE) and self-etching resinous cement (RelyX UNICEM – 3M ESPE) after the immersion, for one week, in distinct acid solutions (wine, carbonated soft-drink to coke base and yogurt) that simulate the diet.

## **Materials and Methods**

Thirty-two no-decayed human third molar teeth, extracted by strange reasons to this research, obtained from donors, were cleaned and stored in thymol aqueous solution to 0.5% in room temperature, for not more than 60 days before the beginning of the experimental procedures. The teeth were randomly distributed (Table 1) in eight experimental groups of four teeth each one. The sample utilizations were approved by the Ethics Committee in Human Beings Research at Federal University of Santa Catarina (Legal Opinion nº 188/07).

### **Sample preparation**

The molar teeth occlusal portion was removed using diamond disk (double side, 102 of diameter x 0.3 mm of thickness, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) coupled to the cutting machine (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) in a speed of 100 rpm [13]. The exposed occlusal surface was grinded in a polishing machine (Panambra Struers, DP-10, Panambra, São Paulo, Brazil), under constant refrigeration, using silicon carbeto sandpapers (SiC) 600 grit, for 40 s, in order to standardize and simulate the smear layer. The occlusal teeth side of the groups G1, G3, G5 and G7 were conditioned with phosphoric acid 37%, for 15s, washed with air/water spray for 15s and dried with cotton balls for 2 to 5s, in order to obtain a dentinal surface slightly humidified with water. With disposable applicator aid was applied the adhesive (Adper Single Bond, 3M ESPE, Irvine, CA, USA, Lot 7KJ). The application was held in two layers, being, after the refinement with indirect air jet for 2 to 5s, held the photoactivation, for 10s, with curing unit (LED - Light Emitting Diode – model Radii, SDI Limited, Bayswater, Victoria, AU) with light intensity of 400 mW/cm<sup>2</sup> measured previously by radiometer means (Demetron LED 910726, Kerr Corporation, Orange, CA, EUA). For the groups G2, G4, G6 and G8, the teeth



occlusal sides were not submitted to the acid conditioning and neither to the adhesive system application, since it received the resinous cement self-etching application that was photo-activated 2 minutes after being applied. The resinous cements (Table 2) were applied in the occlusal surface following the manufacturer's recommendation, in a number of four layers with approximately 1 mm each. A fifth composed resin increment (Opallis, FGM Odontological Products Ltda., Joinville, SC, BR, Lot 27ABR06) was added to the luting agent surface, in a way to form a "crown", to get a plain and perpendicular surface along the tooth axis, and the bodies-of-proof with enough height.

After the restoration accomplishment ("crown" simulation) with the respective resinous cements and immersion for 24 hours in distilled water to 37°C, each of the 32 teeth had its removed roots portions, through Isomet. The cut was held 4 to 5 mm below the amelodentinal limit. From the cervical surface obtained after the root removal, it was held the filling on the pulp chamber roof using composed resin (Opallis, FGM Odontological Products Ltda., Joinville, SC, BR, Lot 27ABR06), in order to get the samples.

After 24h stored in water, each dental "crown" was cut perpendicularly to adhesive interface, using Isomet, in the mesion-distal and lingual-vestibule ways aiming to obtain rectangular toothpicks of  $1 (\pm 0.2) \text{ mm}^2$  [14, 15]. The toothpicks, total amount of 578, resulting from the samples were distributed in eight groups and immersed in distilled water (group control) and in the respective acid solutions, all of them stored in biological stove to 37°C for a week, for later measurement (Table 3). The external toothpick faces of each tooth were discarded, in a way to uniform the samples in dentinal tissue.

To examine the sample amounts, it was used a stereoscopic magnifying glass with an increasing of 20x (Carl Zeiss, Oberkochen, DEU). The toothpicks suspected of any failure or, occasionally, out of the pre-established standards also were discarded.

### **Microtensile test**

After one week, the bodies-of-proof were washed with distilled water, dried in disposable papers and measured with digital electronic caliper micrometer (Starrett 727, Athol, MA, USA). After measuring the base and height of each sample for the transversal section area calculus (quadrangular), it was used the formula  $A = b \times h$  (where  $A$  = transversal section area;  $b$  = base and  $h$  = height). The samples that did not present the standardized measures 1.0 ( $\pm 0.2$ ) mm, totalizing a surface area closed to 1.0 mm<sup>2</sup>, were discarded. In turn, the toothpicks were, individually, agglutinated by their edges to Geraldini's devices [16], using adhesive in gel to cianoacrilato base [6], of fast polymerization (Super Bonder, Henkel Loctite Adhesives Ltda., Itapevi, SP, Brazil), and placed in the test machine (Instron 4444, Instron Corp., Canton, MA, USA) (Fig. 1). Microtensile test was held in a constant cross-speed of 0.5 mm/min until the sample fractures [20]. The bond strength calculation by microtensile rehearsal was obtained through the formula  $T = F/A$ , where:  $T$  = tension, in MPa (megapascal);  $F$  = fracture load, in N (Newton) and  $A$  = sample area, in mm<sup>2</sup> (millimeters squares).

### **Electronic microscopy (MEV)**

After microtensile test, the bodies-of-proof part fractures were identified and individually placed under a utility wax base and packed in plastic recipients containing silica spheres in gel form (Silica Blue Gel, Vetec Fine Chemistry Ltda., Duque de Caxias, RJ, Brazil). Afterwards, two samples of each group, randomly

selected, were fixed on doors-sample and covered metallicity with gold (Sputter Coater, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein) and taken to scanning electron microscope (Philips LX-30, Philips Electronic Corp., Eindhoven, Holland), in increasing from 60, 500 and 1000 times, under 10 kV current work and 7.6 to 12.6 cm of distance work.

The procedure above described was held for illustrating the fracture way that occurred with the samples. Failure types were classified based on previous accomplished studies [21], after modification, on the following ways: 1. Cohesive: in resinous cement (when there was fracture in the resinous cement); in adhesive (when there was adhesive layer under dental surface and/or dental tubules filled with adhesive) and in dental structure (when the failure occurred in dentine). 2. Adhesive: when the failure occurred between adhesive and dental structure, observing the majority of dental tubules and/or dental surface without adhesive. 3. Mixed: when occurred a cohesive and adhesive failure composition type.

## Results

### Microtensile test

The values obtained in microtensile rehearsals were related to bond areas and expressed in MPa (megapascal). In turn, the data were submitted to ANOVA 2 and Tukey's test ( $p < 0.05$ ). After one week of immersion, in different solutions, RelyX ARC presented the highest bond strength average values: G1 ( $28.55 \text{ MPa} \pm 9.04$ ), G5 ( $28.14 \text{ MPa} \pm 5.34$ ), G3 ( $24.20 \text{ MPa} \pm 8.29$ ) e G7 ( $22.59 \text{ MPa} \pm 3.96$ ), respectively, in water, yogurt, soft-drink and wine. RelyX UNICEM, then, showed the lowest values: G2 ( $16.43 \text{ MPa} \pm 2.68$ ), G8 ( $11.87 \text{ MPa} \pm 2.40$ ), G4 ( $9.79 \text{ MPa} \pm 2.05$ ), G6 ( $8.94 \text{ MPa} \pm 1.90$ ), respectively, in water, wine, soft-drink and yogurt (Table 4) (Fig. 2).

### Illustrative analysis in MEV

After random selection of two bodies-of-proof of each group, aiming to illustrate the fracture way that occurred with the tested materials, was verified that with RelyX ARC the failures were predominantly cohesive in the resinous cement, while for RelyX UNICEM the failures were predominantly mixed and adhesive (Fig. 3).

## Discussion

From the self-etching resin cements introductions, like an option to the adhesive cementation technique, the effectiveness of it regarding to the bond strength has been researched, being by microtensile or shear rehearsal, in several substratums [2, 19, 20, 21].

In this work the choice for the micro-tensile test to evaluate the bond strength of resin cements to dentine is due to, among other aspects, the device diversification possibilities used in the rehearsal [6], and bodies-of-proof dimension variations, between 0.5 to 2.0 mm<sup>2</sup> [4, 5], used in the rehearsal, since larger adhesive areas result in bond strength smaller values and vice-versa, fact that was sustained by Griffith's theory [3, 5, 22].

Therefore, the comparisons with the conventional resin cements and self-etching and the capacity of them to resist to the influences of the present variables in the oral cavity become matters to be cleared up in order to establish a prognosis in relation to the performance of these materials. Variables related to diet are among the ones that can have some effect in bond strength of these luting agents. The subject was already evaluated according to different liquid solution effects that take part of the diet about composite resins, referring to the bond strength and other properties [23, 24, 25]. However, concerning to resin cements the subject has not been studied yet.

Furthermore, several solutions can cause damages to the odontological materials, highlighting the acid drinks [8, 26].

Analyzing, the research results were verified that both tested materials provided bond strength values, under microtensile test, with statistically significant differences to each other, after one week of water immersion (group control). The

highest average value was obtained from the conventional resinous cement (RelyX ARC), while the lowest average value was observed for the self-etching resinous cement (RelyX UNICEM).

Comparing the present study results with the available literature, it is verified that in Yang et al. researches [27] were also found higher bond strength average values, under microtensile rehearsal, for the conventional resin cements (Super-Bond C&B, Panavia F) in relation to the self-etching (RelyX UNICEM), confirming, therefore, the observed results. Similar results were observed for Holderegger et al. [28], that evaluated the bond strength to dentine, however with shear tests, of the self-adhesive cement RelyX UNICEM comparatively to other three conventional resinous cements (RelyX ARC, Panavia 21 and Multilink), after storing in water and thermocycling. The cited work revealed bond strength value significantly lower for the resinous cement self-etching, ratifying, again, however with distinct tests, the results related to the present study.

In contradiction to the present study, De Munck et al. [20], through microtensile test, observed similar results for the conventional resin cement (Panavia F) when compared to the self-etching cement (RelyX UNICEM). In Abo-Hamar's et al. research [2], involving bond strength, however, under shear rehearsal, it was also revealed that there were not statistically significant differences between self-adhesive cement (RelyX UNICEM) and other four cements (Variolink II, Panavia F, Dyract Cem Plus and Ketac Cem Maxicap).

Despite some literature contradictions, it is verified some works reporting the inferiority for the bond strength of the self-adhesive materials and others describing similarity of them in relation to the conventional resinous cements. It is possible that the results that demonstrate bond strength inferiority for self-etching cements,

including the ones of this study, have occurred, among other aspects, by the fact that the conditioning agent present in the cement has not provided adequate demineralization of the dentine, although according to the manufacturer's data (3M ESPE), the pH be lower than 2.0 during the first minutes of application [20]. Moreover, it is highlighted that the self-etching cement penetrations in the dentinal substratum does not occur with the same efficiency, due to low flow behavior presented by them, when compared to the adhesive systems used with the conventional cements that present low viscosity [20, 27].

The self-adhesive character of RelyX UNICEM is due to the methacrylate phosphoric acid, a component present in its formulation that causes dental structure demineralization allowing the material infiltration by means of micromechanics retention [2, 29]. The results of this research show, at first, that such particularity was not enough to generate bond strength similar to the conventional resin cement (RelyX ARC). On the other hand, the highest bond strength found in this study for the conventional cement, probably, have occurred by easy penetration of the adhesive system, due to the previous treatment with phosphoric acid in the dental substratum, with possible hybrid layer formation, what gives to the material a secure bond [20]. Adding, the bond mutual action between dental structure and the self-adhesive cements is superficial and irregular, because does not occur a real hybrid layer formation, due to the resin tags absence [20, 29].

Regarding the deleterious action that acid substances can exert on the present materials in the buccal cavity, stands out, initially, that the subject is little studied when dealing with resin cements. However, some studies have already demonstrated that negative effect in several physical chemistry properties in the

materials of resin base, due to the hydrolytic degradation that occurs between the organic matrix bond and the load particles [8, 26].

In this study, observing itself the results of the groups in which the specimens were submitted to the acid solutions, it verified that, excepting itself the group in which RelyX ARC was immersed in yogurt, in all the others immersion situations the union resistance values, so much for the conventional resinous cement as for the self-adhesive, were inferior regarding the group control (water). Maybe, in case time of storage in the solutions had been prolonged, these differences even would become evident. As commented, in caring for treating itself deleterious action of acid solutions about the union resistance of resinous cements, there is publications lack. That being the case, comparisons with studies that evaluated other properties and same materials is inevitable. Thus, for example, Yap et al. [12] evaluated changes in the hardness in restoring temporary resinous materials stored for one week in solvents that simulate the diet. It was concluded that ethanol solutions, in different concentrations, caused significantly lower results, due to the matrix softening of BIS-GMA, by a certain mechanism still not well-known. Although, they have evaluated different property from the ones studied in this research, extrapolating the results and comparing with the present work, it is verified similar relation between the groups in which it was used RelyX ARC stored in wine, comparatively to the group control (water). The same situation occurred in the case of RelyX UNICEM stored in wine in relation to the control stored in water.

Following that reasoning, in other research, Yap et al. researches [8] evaluated the chemical degradation of immersed restoring composites, for one week, in distilled water, artificial saliva, citric acid, lactic acid, heptane and aqueous solution of ethanol. The results showed that the lactic acid caused decrease on the



hardness values, probably, due to the fact of having caused to the load glass fluor-silicate particle dissolutions that compose the resinous materials. In the same, exceeding the observed results and comparing with the present work, it is verified similar relation between the group in which it was used RelyX ARC and RelyX UNICEM stored in yogurt, since that both decreased the bond strength, however, have not been statistically significant difference between the group control been observed and the conventional resin cement in the referred solution.

In this same focus, it stands out that Wongjhanthee et al. [30], then, determined the food effect and acid drinks (soft-drink, yogurt, orange juice, sporty drink and a soup) about the surface hardness of several substratums, including the dentin and resinous materials. The results indicated that the drink of coke base provided significant reduction in the dentine surface hardness and of the microfilled resin. Overtaking itself the results and confronting itself the data with for present research, it is verified similar relation for both resin cements (RelyX ARC and RelyX UNICEM) when stored in soft-drink (Coke). From the hardness dentinária reduction observed in the cited work, after immersion in drink to the coke base, also gets up the substratum dentinário desmineralização hypothesis have some influence in the resistance results of here observed union.

On the other hand, comparing material different stickers from used at present research, Hobson et Al. [23], evaluated the bond strength in enamel of two orthodontic adhesive composites (Transbond and Righth-On) after storage, for 12 weeks, in different substratums that simulate the diet. The results demonstrated that the union resistance from both tried resinous materials were affected significantly when put in ethanol to 50% and lactic acid. Again, extrapolating itself in the comparison of the obtained data from this research with the present work, it verifies

similarity with the groups in which the resinous materials were immersed in wine. However when stored in yogurt the researches contradict once the union resistance of RelyX ARC was not affected, differently of the RelyX UNICEM who suffered statistically significant reduction.

At the present study, however the analysis in MEV has been held for illustrative effect, can be verified in the group specimens such as G1, G3, G5 and G7 (RelyX ARC) that the fractures were predominantly cohesive in the material, in other words, in the conventional resin cement (Fig. 3-A). Type of fracture with bodies-of-proof characteristic that, when submitted to the traction rehearsals, present high bond strength. Probably, the hybrid layer formation, with tags formation, after the acid conditioning and the adhesive system application, has contributed for that. Differently, in the groups G2, G4, G6 and G8 (RelyX UNICEM) were observed a higher number of fractures of mixed and adhesive type (Fig. 3-B and 3-C). Possibly, the fact of the self-adhesive material does not have managed to penetrate sufficiently in the dentine, keeping a superficial and fragile interaction with it, has contributed for these failure types. It is highlighted that in the cement self-etching case the dental substratum did not suffer previous acid conditioning and the adhesive system application. Taking into account the “in vitro” research limitations and considering the reported observations, it showed the need for more evaluations of these materials comprehending also the clinical performance, in a way to ratify or not the observed performances.

## Conclusion

1. Every storage way, including the environment control (water), the conventional resinous cement (RelyX ARC) provided bond strength to dentine statistically higher to the self-etching resinous cement (RelyX UNICEM).

2. The conventional resinous cement (RelyX ARC) stored in soft-drink and wine presented statistically significant reduction, in the bond strength to dentine when compared to the group control (water), what did not occur with the storage in yogurt where there was statistical similarity regarding the group control (water).

3. The self-etching resinous cement (RelyX UNICEM) stored in soft-drink, wine and yogurt presented statistically significant reduction, in the bond strength to dentine when compared to the group control (water).

4. Dealing with bond strength to dentine the self-adhesive resinous cement (Rely UNICEM) the wine provided statistically higher bond strength to the yogurt, being both statistically similar to soft-drink. With the conventional resinous cement (RelyX ARC), in contrary it was observed, statistical superiority for the yogurt regarding the wine and soft-drink that were statistically similar to each other.

## References

- 1 Anusavice KJ. Phillips, materiais dentários. In: Cimentos Odontológicos. 11 ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2005. p. 419-468.
- 2 Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedf KH, Schmalz. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. Clin Oral Invest 2005; 9: 161-167.
- 3 Estrela C. Metodologia científica: ciência, ensino e pesquisa. 2 ed. São Paulo: Artes Médicas, 2005.
- 4 Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Cardoso PEC, Ferrari M. Influence of substrate, shape, and thickness on microtensile specimens' structural integrity and their measured bond strengths. Dent Mater 2004; 20: 643-654.
- 5 Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. Dent Mater 1998; 14: 212-221.
- 6 Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin–dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. Biomaterials 2003; 24: 3797-3803.
- 7 Freitas FJG, Consani S, Goes MF, Nascimento EA, Morais SL. Ação de ácidos sobre a resina composta: estudo "in vitro" da ação de ácidos orgânicos sobre a dureza e rugosidade superficial de compósitos. RGO 1998; 46: 201-204.
- 8 Yap AUJ, Tan SHL, Wee SSC, Lee CW, Lim ELC, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. J Oral Rehabil 2001; 28: 1015-1021.
- 9 Eisenburger M, Addy M, Robbach A. Acidic solubility of luting cements. J Dent 2003; 31: 137-142.
- 10 Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of physical properties and surface degradation of self-adhesive resin cements. Dent Mater 2007; 26: 906-914.

- 11 Cairns AM, Watson M, Creanor SL, Foye RH. The pH and titratable acidity of a range of diluting drinks and their potential effect on dental erosion. *J Dent* 2002; 30: 313-317.
- 12 Yap AUJ, Mah MKS, Lye CPW, Loh PL. Influence of dietary simulating solvents on the hardness of provisional restorative materials. *Dent Mater* 2004; 20: 370-376.
- 13 Sadek FT, Cury AH, Monticelli F, Ferrari, M, Cardoso, PEC. The influence of the cutting speed on bond strength and integrity of microtensile specimens. *Dent Mater* 2005; 21: 1144-1149.
- 14 Ghassemieh E. Evaluation of sources of uncertainties in microtensile bond strength of dental adhesive system for different specimen geometries. *Dent Mater* 2008; 24: 536-547.
- 15 Betamar N, Cardew G, Van Noort R. Influence of specimen designs on the microtensile bond strength to dentin. *J Adhes Dent* 2007; 9: 159-168.
- 16 Perdigão J, Geraldeli S, Carmo ARP, Dutra HR. In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strengths of one-bottle adhesives. *J Esthet Restor Dent* 2002; 14: 31-38.
- 17 Yamaguchi K, Miyazaki M, Takamizawa T, Tsubota K, Rikuta A. Influence of crosshead speed on micro-tensile bond strength of two-step adhesive systems. *Dent Mater* 2006; 22: 420-425.
- 18 Sardella TN, Castro FLAC, Sanabe ME, Hebling J. Shortening of primary dentin etching time and its implication on bond strength. *J Dent* 2005; 33: 355-362.
- 19 Mota CS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Tensile bond strength of four resin luting agents bonded to bovine enamel and dentin. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 558-564.

- 20 De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater* 2004; 20: 963-971.
- 21 Pisani-Proença J, Erhardt, MCG, Valandro LF, Gutierrez-Aceves G, Bolanos-Carmona MV, Del Castillo-Salmeron R, Bottino MA. Influence of ceramic surface conditioning and resin cements on microtensile bond strength to a glass ceramic. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 412-417.
- 22 Griffith AA. The Phenomena of Rupture and Flow in Solids. *Phil Trans Roy Soc Lon (Series A)*. The Royal Society 1921; 221: 163-198.
- 23 Hobson RS, McCabe JF, Hoog SD. The effect of food simulants on enamel-composite bond strength. *J Orthod* 2000; 27: 55-59.
- 24 Akova T, Ozkomur A, Uysal H. Effect of food-simulating liquids on the mechanical properties of provisional restorative materials. *Dent Mater* 2006; 22: 1130-1134.
- 25 Luiz BKM, Quintella CM, Friedrich LA, Silva EB, Veiga W, Prates LHM, Bertolino JR, Pires ATN. Effect of drinks on the surface properties of dental resin composites. *Polym Test* 2007; 26: 855-861.
- 26 Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater* 2006; 22: 211-222.
- 27 Yang b, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dent Mater* 2006; 22: 45-56.
- 28 Holderegger C, Sailer I, Schuhmacher C, Schläpfer R, Hämmerle, Fischer J. Shear bond strength of resin cements to human dentin. *Dent Mater* 2008; 24: 944-950.

- 29 Gerth HUV, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites – A comparative study. Dent Mater 2006; 22: 934-941.
- 30 Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. Dent Mater 2006; 34: 214-220.

## Tables

Table 1 - Distribution of the groups according to the luting agent and solutions of used storage.

Group	Cement RelyX	Immersion solution
G1	ARC*	Distilled water
G3	ARC*	Soft-drink
G5	ARC*	Yogurt
G7	ARC*	Wine
G2	UNICEM**	Distilled water
G4	UNICEM**	Soft-drink
G6	UNICEM**	Yogurt
G8	UNICEM**	Wine

\*Conventional resinous cement; \*\*Self-etching resinous cement.



Table 2 - Main materials used in the research, with respective manufacturers, compositions and numbers of lot.

Material	Manufacturer	Composition*	Lot
RelyX	3M ESPE	Bis-GMA, TEGDMA, dimethacrylate	GCHC
ARC	St. Paul, MN, USA	polymer, zirconium glass and silica (67.5% in weight), chemo and photoinitiators.	
RelyX	3M ESPE	Powder: glass powder, silica, calcium	286408
UNICEM	Seefeld, Bavaria, DEU	hydroxide, pigment, initiator, peroxy compound substituted pyrimidine. Liquid: dimethacrylate, ester phosphoric of methacrylate, acetate, inhibitor, stabilizer.	
Adper	3M ESPE	Ethyl alcohol, Bis-GMA, silane with load	7KJ
Single	Irvine	(silica), 2-hydroxyethylmethacrylate,	
Bond 2	CA, USA	glycerol 1, 3-dimethacrylate, copolymers of acyd acrylic and acid itaconic.	

\*Composition according to the manufactures.

Table 3 - Solutions used in the research, with respective manufacturers, ingredients and numbers of lot.

Solutions	Manufacturer	Ingredients	Lot
Wine	Fratelli Bolla SPA	European viniferous grape,	L61179A2
*NC: Bolla	Verona, Vêneto,	conservant, antioxidant	
Valpolicella	ITA	INS220.	
Soft-drink	The Coca-Cola	Gasified water, sugar, caffeine,	S215:38
(for bas of	Company	coke nut extract, coloring	P041007
coke)	Atlanta, GA, USA	caramel IV, acidifying INS 338	
NC: Coke		and nature aroma.	
Yogurt	Danone Ltda.	Reconstituted milk, sugar, fruit	M10414:14
NC: Danup	Guaratinguetá,	pulp, aromatizing, acidifying	
	SP, BR	citric acid, conservant sorbato	
		de K, artificial coloring red	
		ponceau, modified starch and	
		lacteal ferment.	

\*NC: Commercial name.

Table 4 – Average values (MPa) of bond strength to dentine, under microtensile test, of the resin cements tested in the distinct acid solutions.

Solutions	Resin Cements			
	RelyX ARC		RelyX UNICEM	
	Average (DP*)	n	Average (DP*)	n
Distilled water	28,55 (9,04) Aa	61	16,43 (2,68) Ab	70
Soft-drink	24,20 (8,29) Ba	70	9,79 (2,05) BCb	69
Yogurt	28,14 (5,34) Aa	83	8,94 (1,90) Cb	71
Wine	22,59 (3,96) Ba	78	11,87 (2,40) Bb	76

Average values followed by distinct capital letters in a same column or distinct minuscule letters in a same line are statistically different by Tukey's test ( $p < 0.05$ ).

DP\* = standard deviation (come in parentheses). n = number of samples.

## Figures

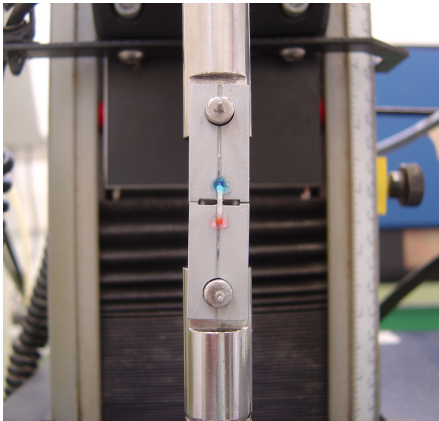


Figure 1 - Body-of-proof fixed in the Geraldeli's device and placed in the test machine to be submitted to microtensile test.

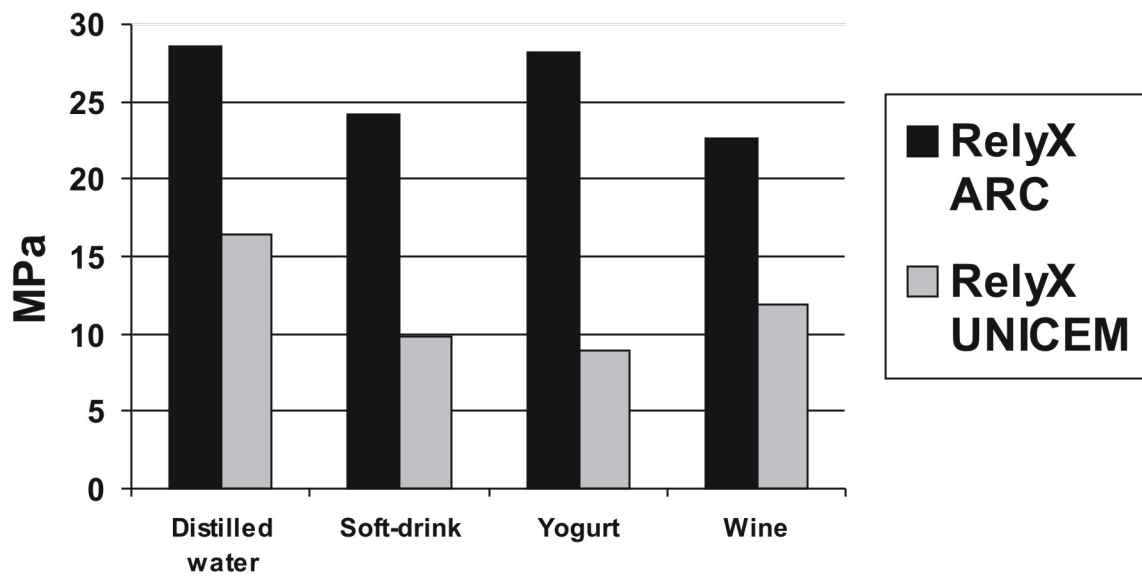


Figure 2 - Graphic representation of bond strength average values to dentin (MPa) of two cements in function of the different storage means. \* To evaluate the statistical differences to see Table 4.

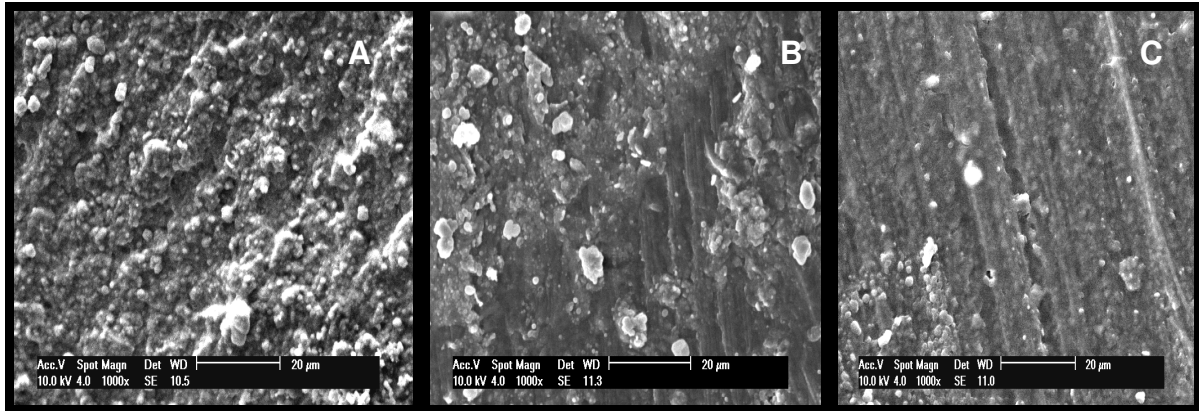


Figure 3 - Fractured surface photomicrographs (1000X magnification) of the samples obtained with RelyX ARC (A) and RelyX UNICEM (B and C) in the carbonated soft-drink solution of coke base. Suggestive failures are observed: (A) cohesive in the resinous cement, (B) mixed in the resinous cement and the adhesive interface and (C) adhesive.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

- ABO-HAMAR, S. E. et al. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. **Clinical Oral Investigations**, Berlin, v. 9, n. 3, p. 161-167, sep. 2005.
- ANDRADE, O.S. et al. Marginal adaptation and microtensile bond strength of composite indirect restorations bonded to dentin treated with adhesive and low-viscosity composite. **Dental Materials**, Kidlington, v. 23, n. 3, p. 279-287, mar. 2007.
- ANUSAVICE, K. J. Phillips, materiais dentários. In: \_\_\_\_\_. **Cimentos Odontológicos**. 11 ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2005. cap. 16, p. 419-468.
- AKOVA, T. et al. The effect of food simulants on porcelain-composite bonding. **Dental Materials**, Kidlington, v. 23, n. 11, p. 1369-1372, nov. 2007.
- ARMSTRONG, S. R.; BOYER, D. B. e KELLER, C. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. **Dental Materials**, Kidlington, v. 14, n. 1, p. 37-43, jan.1998.
- ATTAR, N; TAM. L. E. e McCOMB, D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 89, n. 2, p. 127-134, feb. 2003.
- BEHR, M. et al. Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems. **Dental Materials**, Kidlington, v. 20, n. 1, p. 191-197, feb. 2004.
- BETAMAR, N.; CARDEW, G. e VAN NOORT, R. Influence of specimen designs on the microtensile bond strength of dentin. **J. Adhes. Dent.** , New Malden, v. 9, n. 2, p. 159-168, 2007.
- BLACK, G.V. **A work on operative dentistry**. Vol I: The pathology of the hard tissues of the teeth. Chicago, Illinois: Med Dent Publishing, 1908. 319p.
- BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 34, n. 6, p. 849-853, dec. 1955.
- BUONOCORE, M.G.; WILEMAN, W. e BRUDEVOLD, F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 35, n. 6, p. 846-851, dec. 1956.

- CAIRNS, A. M.; WATSON, M. E CREANOR, S. L. The pH and titratable acidity of a range of diluting drinks and their potential effect on dental erosion. **Journal of Dentistry**, Kidlington, v. 30, n. 7, p. 313-317, sept. 2002.
- CARRILHO, M. R. O. et al. Effects of storage media on mechanical properties of adhesive systems. **American Journal of Dentistry**, Weston, v. 17, n. 2, p. 104-108, april. 2004.
- CARVALHO, R. M. et al. Métodos de análise de interfaces adesivas: avaliação da resistência de união e observações por microscopia óptica e eletrônica. In: ESTRELA, C. **Metodologia científica: ciência, ensino e pesquisa**. 2. ed. São Paulo, SP: Artes Médicas, 2005. cap. 17, p. 373-397.
- COSTA, C. A.; HEBLING, J. e RANDALL, R. C. Human pulp response to resin cements used to bond inlay restorations. **Dental Materials**, Kidlington, v. 22, n. 10, p. 954-962, oct. 2006.
- DE MUNCK, J. D; VARGAS, M.; VAN LANDUYT, K.; HIKITA, K.; LAMBRECHTS, P. and VAN MEERBEEK, B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. **Dental Materials**, Kidlington, v. 20, n. 10, p. 963-971, dec. 2004.
- ECKERT, G. J. e PLATT, J. A. A statistical of microtensile bond strength methodology for dental adhesives. **Dental Materials**, Kidlington, v. 23, n. 3, p. 385-391, mar. 2007.
- EISENBURGER, M.; ADDY, M. e ROBBACH, A. Acidic solubility of luting cements. **Journal of Dentistry**, Kidlington, v. 31, n. 2, p. 137-142, feb. 2003.
- EL ZOHAIRY, A. A. et al. The influence of specimen attachment and dimension on microtensile strength. **J. Dent. Res.**, Chigago, v. 83, n. 5, p. 420-424, 2004.
- ERMIS et al. Bond strength of self-etch adhesives to dentin prepared with three different diamond burs. **Dental Materials**, Kidlington. Em publicação, 2008.
- ESTRELA, C. **Metodologia científica: ciência, ensino e pesquisa**. 2 ed. São Paulo, SP: Artes Médicas, 2005. cap. 17, p. 373-397.
- FERNANDES, C. A. O. **Estudo comparativo da resistência adesiva à dentina superficial e profunda testadas simultaneamente, empregando-se dois sistemas adesivos**. (Tese Doutorado). Bauru: Universidade de São Paulo – Faculdade de Odontologia; 2000. 181p.
- FERRACANE, J. L. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dental Materials**, Kidlington, v. 22, n. 3, p. 211-222, mar. 2006.



- FRANKENBERGER, R. et al. 'No-bottle' vs 'multi-bottle' dentin adhesives—a microtensile bond strength and morphological study. **Dental Materials**, Kidlington, v. 17, n. 5, p. 373-380, sept. 2001.
- FREITAS, F. J. G. et al. Ação de ácidos sobre a resina composta: estudo "in vitro" da ação de ácidos orgânicos sobre a dureza e rugosidade superficial de compósitos. **RGO**, Porto Alegre, v. 46, n. 4, p. 201-204, out./dez. 1998.
- GERDOLLE, D. A. et al. In vitro evaluation of microleakage of indirect composite inlays cemented with four luting agents. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Kidlington, v. 93, n. 6, p. 563-570, june. 2005.
- GERNHARDT, C. R; BEKES, K. e SCHALLER, H. G. Short-term retentive values of zirconium oxide posts cemented with glass ionomer and resin cement: an in vitro study and a case report. **Quintessence Internacional**, Berlin, v. 36, n. 8, p. 593-601, 2005.
- GERTH, H. U. V.; DAMMASCHKE, T.; ZÜCHNER, H. and SCHÄFER, E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites—A comparative study. **Dental Materials**, Kidlington, v. 22, n. 10, p. 934-941, oct. 2006.
- GHASSEMIEH, E. Evaluation of sources of uncertainties in microtensile bond strength of dental adhesive system for different specimen geometries. **Dental Materials**, Kidlington, v. 24, n. 4, p. 536-547, april. 2008.
- GOMES, J. C. e Kina, A. S. La adhesión en prostodoncia fija. In: HENOSTROZA, H. G. **Adhesión: en odontologia restauradora**. Curitiba, PR: Editora Maio, 2003. cap. 11, p. 263-278.
- GORACCI, C. et al. Influence of substrate, shape, and thickness on microtensile specimens' structural integrity and their measured bond strengths. **Dental Materials**, Kidlington, v. 20, n. 7, p. 643-654, sept. 2004.
- GRIFFITH, A. A. The Phenomena of Rupture and Flow in Solids. In: \_\_\_\_\_. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**. Londres, UK: The Royal Society, 1921. vol. 221, p. 163-198.
- HAN, L. et al. Evaluation of physical properties and surface degradation of self-adhesive resin cements. **Dental Materials**, Kidlington, v. 26, n. 6, p. 906-914, nov. 2007.
- HASHIMOTO, M. et al. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. **J. Dent. Res.**, Chigago, v. 79, n. 6, p. 1385-1391, jun. 2000.

- HASHIMOTO, M. et al. In vitro degradation of resin–dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. **Biomaterials**, Oxford, v. 24, n. 21, p. 3795-3803, sept. 2003.
- HOBSON, R. S.; MCCABE, J. F. and HOGG, S. D. The effect of food simulants on enamel-composite bond strength. **Journal of Orthodontics**, Oxford, v. 27, n. 1, p. 55-59, mar. 2000.
- HOLDEREGGER, C. et al. Shear bond strength of resin cements to human dentin. **Dental Materials**, Kidlington, v. 24, n. 7, p. 944-950, july. 2008.
- IBARRA, G.; VARGAS, M. A. e GEURTSSEN, W. Interfacial and surface characterization of two self-etching adhesive systems and a total-etch adhesive after bonding to ground and ungrounded bovine enamel—a qualitative study. **Clinical Oral Investigations**, Berlin, v. 10, n. 4, p. 331-341, dec. 2006.
- KEMPER, K. e KILIAN, R. New test system of tensile bond strength testing. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 55:148, 1975 (Abstract 308).
- LUIZ, B. K. M. et al. Effect of drinks on the surface properties of dental resin composites. **Polymer Testing**, Kidlington, v. 26, n. 7, p. 855-861, oct. 2007.
- MOTA, C. S. et al. Tensile bond strength of four resin luting agents bonded to bovine enamel and dentin. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 89, n. 6, p. 558- 564, june. 2003.
- PASHLEY, D. H. et al. The microtensile bond test: a review. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 1, n. 4, p. 299-309, 1999.
- PERDIGÃO, J. et al. In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strengths o one-bottle adhesives. **J. Esthet. Rest. Dent.**, Hamilton, v. 14, n. 1, p. 31-38, 2002.
- PISANI-PROENÇA, J.; ERHARDT, M. C. G.; VALANDRO, L. F. GUTIERREZ-ACEVES, G.; BOLANOS-CARMONA, M. V. SALMERON, R.D.C and BOTTINO, M. A. Influence of ceramic surface conditioning and resin cements on microtensile bond strength to a glass ceramic. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Kidlington, v. 96, n. 6, p. 412-417, dec. 2006.
- PIWOWARCZYK, A., LAUER, H. C. e SORENSEN, J. A. Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. **Dental Materials**, Kidlington, v. 21, n. 5, p. 445-453, may. 2005.

PIWOWARCZYK, A., LAUER, H. C. e SORENSEN, J. A. The shear bond strength between luting cements and zirconia ceramics after two pre-treatments. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 30, n. 3, p. 383-388, may-june. 2005.

PIWOWARCZYK, A. et al. Long-term bond between dual-polymerizing cementing agents and human hard dental tissue. **Dental Materials**, Kidlington, v. 23, n. 2, p. 211-217, feb., 2007.

PHRUKKANON, S.; BURROW, M. F. e TYAS, M. J. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. **Dental Materials**, Kidlington, v. 14, n. 3, p. 212-221, june. 1998.

REIS, A. et al. The Influence of storage time and cutting speed on microtensile bond strength. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 6, n. 1, p. 7-11, 2004.

SADEK, F. T. et al. The influence of the cutting speed on bond strength and integrity of microtensile specimens. **Dental Materials**, Kidlington, v. 21, n. 12, p. 1144-1449, dec. 2005.

SANO, H. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – Evaluation of a micro-tensile bond test. **Dental Materials**, Copenhagen, v. 10, n. 4, p. 236-240, july. 1994.

SARDELLA et al. Shortening of primary dentin etching time and its implication on bond strength. **Journal of Dentistry**, Kidlington, v. 33, n. 5, p. 355-362, may. 2005.

SHONO et al. Effects of cross-sectional area on resin-enamel tensile bond strength. **Dental Materials**, Copenhagen, v. 13, n. 5-6, p. 290-296, sept. 1997.

YAMAGUCHI, K. et al. Influence of crosshead speed on micro-tensile bond strength of two-step adhesive systems. **Dental Materials**, Kidlington, v. 22, n. 5, p.420-425, may, 2006.

YANG, B.; LUDWIG, K.; ADELUNG, R. AND KERN, M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. **Dental Materials**, Kidlington, v. 22, n. 1, p. 45-56, jan. 2006.

YAP, A. U. J. et al. Chemical degradation of composite restoratives. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 28, n. 11, p. 1015-1021, apr. 2001.

YAP, A. U. et al. Influence of dietary simulating solvents on the hardness of provisional restorative materials. **Dental Materials**, Kidlington, v. 20, n. 4, p. 370-376, may. 2004.

ZIDAN, O e FERGUSON, G. C. The retention of complete crowns prepared with three different tapers and luted with four different cements. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 89, n. 6, p. 565-571, june. 2003.

WONGKHANTEE, S. et al. Effect of acidic and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-colored filling materials. **Journal of Dentistry**, Kidlington, v. 34, n. 3, p. 214-220, mar. 2006.

---

1 De acordo com NBR-6023 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2002.

## APÊNDICES

APÊNDICE A - Tabela com os principais materiais utilizados na pesquisa.

Tabela 1 - Principais materiais utilizados na pesquisa, com respectivos fabricantes, composições e números de lote.

Material	Fabricante	Composição *	Lote
RelyX ARC	3M ESPE St. Paul, MN, USA	Bis-GMA, TEGDMA, polímero dimetacrilato, vidro de zircônia e sílica (67,5% em peso), químico e fotoiniciadores.	GCHC
RelyX UNICEM	3M ESPE Seefeld, Bavaria, DEU	Pó: pó de vidro, sílica, hidróxido de cálcio, pigmento, iniciador, composto de peróxido substituto de pirimidina. Líquido: dimetacrilato, ester fosfórico de metacrilato, acetato, inibidor, estabilizador.	286408
Adper Single Bond 2	3M ESPE Irvine CA, USA	Etanol, Bis-GMA, silano com carga (sílica), 2-hidroxietilmetacrilato, glicerol 1,3-dimetacrilato, copolímeros de ácido acrílico e ácido itacônico.	7KJ

\*Composição de acordo com os fabricantes.

APÊNDICE B - Tabela com a distribuição dos grupos de acordo com o agente cimentante e soluções de imersão utilizadas.

Tabela 2 - Distribuição dos grupos de acordo com o agente cimentante e soluções de armazenagem utilizadas.

Grupo	Cimento RelyX	Solução de Imersão
G1	ARC*	Água destilada
G3	ARC*	Refrigerante
G5	ARC*	logurte
G7	ARC*	Vinho
G2	UNICEM**	Água destilada
G4	UNICEM**	Refrigerante
G6	UNICEM**	logurte
G8	UNICEM**	Vinho

\*Cimento resinoso convencional; \*\*Cimento resinoso autocondicionante.

APÊNDICE C – Tabela com as soluções utilizadas na pesquisa.

Tabela 3 - Soluções utilizadas na pesquisa, com respectivos fabricantes, ingredientes e números de lote.

Solução	Fabricante	Ingredientes	Lote
Vinho *NC: Bolla Valpolicella	Fratelli Bolla SPA Verona, Vêneto, ITA	Uvas viníferas européias, conservante, antioxidante INS220.	L61179A2
Refrigerante (à base de cola) NC: Coca- Cola	The Coca-Cola Company Atlanta, GA, USA	Água gaseificada, açúcar, caféina, extrato de noz de cola, corante caramelo IV, acidulante INS 338 e aroma natural.	S215:38 P041007
Iogurte NC: Danup	Danone Ltda. Guaratinguetá, SP, BR	Leite reconstituído, açúcar, polpa de fruta, aromatizante, acidulante ácido cítrico, conservante sorbato de K, corante artificial vermelho ponceau, amido modificado e fermento láctico.	M10414:14

\*NC: Nome comercial.



APÊNDICE D – Tabela com os valores da área de secção transversal, respectivas cargas de fratura e valor da tensão das amostras (palitos) obtidas na pesquisa.

Tabela 4: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G1 (grupo controle – em água destilada - RelyX ARC).

DENTE Nº 1 – GRUPO G1			
Nº AMOSTRA (palito)	ÁREA ( $\text{mm}^2$ )	CARGA (N)	TENSÃO (MPa)
1	0,80	15,5	19,37
2	0,78	17,7	22,69
3	0,66	21,4	32,42
4	0,68	26,3	38,68
5	0,85	25,0	29,41
6	0,63	35,0	55,55
7	0,73	13,2	18,08
8	0,61	18,5	30,33
9	0,66	26,9	40,76
10	0,65	21,9	33,69
11	0,76	16,2	21,31
12	0,64	23,7	37,03
13	0,59	25,5	43,22
14	0,66	25,1	38,03
15	0,65	30,9	47,54
16	0,65	25,9	39,85

Tabela 5: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G1 (grupo controle – em água destilada - RelyX ARC).

DENTE Nº 2 – GRUPO G1			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,86	19,9	23,14
2	0,90	21,8	24,22
3	0,86	23,8	27,67
4	0,84	25,0	29,76
5	0,98	28,2	28,77
6	0,87	10,7	12,30
7	0,89	14,0	15,73
8	0,84	12,9	15,36
9	0,92	16,3	17,72
10	0,93	27,5	29,57
11	0,84	19,8	23,57
12	0,86	26,3	30,58
13	0,91	18,0	19,78
14	0,83	25,0	30,12
15	0,83	14,8	17,83
16	0,94	25,0	26,59
17	0,92	26,5	28,80
18	0,84	19,1	22,74
19	0,86	23,8	27,67
20	1,14	16,4	14,38

Tabela 6: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G1 (grupo controle – em água destilada - RelyX ARC).

DENTE Nº 3 – GRUPO G1			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	1,19	28,1	23,61
2	1,03	26,3	25,53
3	1,17	30,2	25,81
4	0,98	21,5	21,94
5	1,20	40,4	33,67
6	1,05	32,4	30,86
7	0,98	45,1	46,02
8	0,95	36,2	38,10
9	0,99	40,6	41,01

Tabela 7: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G1 (grupo controle – em água destilada - RelyX ARC).

DENTE Nº 4 – GRUPO G1			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,93	18,5	19,89
2	1,00	29,7	29,70
3	0,94	31,9	33,94
4	1,03	23,1	22,43
5	0,96	31,6	32,92
6	0,88	14,4	16,36
7	1,04	31,3	30,10
8	1,05	18,7	17,81
9	0,94	34,8	37,02
10	1,02	42,4	41,57
11	0,93	19,7	21,18
12	0,89	18,5	20,79
13	0,98	25,5	26,02
14	1,01	26,1	25,84
15	0,96	31,2	32,50
16	1,03	33,9	32,91

Tabela 8: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G3 (grupo em solução de refrigerante - RelyX ARC).

DENTE Nº 1 – GRUPO G3			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	1,17	23,1	19,74
2	0,87	29,3	33,68
3	0,86	24,8	28,84
4	0,86	11,0	12,79
5	0,94	11,3	12,02
6	1,13	16,9	14,95
7	0,80	22,3	27,87
8	0,82	21,4	26,10
9	1,16	18,3	15,77
10	1,17	28,5	24,36
11	0,99	10,8	14,34
12	0,86	14,2	16,51
13	1,07	26,0	24,30

Tabela 9: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G3 (grupo em solução de refrigerante - RelyX ARC).

DENTE Nº 2 – GRUPO G3			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	1,02	16,0	15,69
2	1,16	12,6	10,86
3	1,03	17,9	17,38
4	0,91	11,3	12,42
5	0,90	15,9	17,67
6	1,10	11,5	10,45
7	1,06	13,5	12,73
8	0,80	11,7	14,62
9	1,27	30,8	24,25
10	1,11	18,2	16,40
11	1,04	16,9	16,25
12	1,17	12,4	10,60

Tabela 10: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G3 (grupo em solução de refrigerante - RelyX ARC).

DENTE Nº 3 – GRUPO G3			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,87	38,4	44,14
2	0,90	25,6	28,44
3	0,99	25,2	25,45
4	0,97	32,3	33,30
5	0,82	34,9	42,56
6	1,01	21,2	20,99
7	0,84	23,4	27,86
8	1,18	33,0	27,97
9	0,93	24,9	26,77
10	0,90	33,8	37,55
11	1,16	22,8	19,65
12	1,03	32,9	31,94
13	0,96	25,0	26,04
14	0,96	15,0	15,62
15	1,01	24,9	24,65
16	0,91	27,5	30,22
17	0,98	34,5	35,20
18	0,89	20,1	22,58
19	0,90	22,2	24,67
20	0,99	25,5	25,76
21	0,85	11,6	13,65
22	0,87	22,2	25,52
23	0,87	23,0	26,44
24	0,96	23,8	24,79

Tabela 11: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G3 (grupo em solução de refrigerante - RelyX ARC).

DENTE Nº 4 – GRUPO G3			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	1,01	32,9	32,57
2	0,81	28,2	34,81
3	1,16	25,1	21,64
4	0,85	34,7	40,82
5	0,95	24,1	25,37
6	0,90	24,6	27,33
7	0,86	24,5	28,49
8	0,89	17,9	20,11
9	1,08	19,2	17,78
10	0,95	15,9	16,74
11	0,96	20,4	21,25
12	0,84	25,8	30,71
13	0,82	16,5	20,12
14	0,95	38,3	40,31
15	1,16	29,9	25,77
16	0,90	23,7	26,33
17	0,93	36,6	39,35
18	0,88	28,7	32,61
19	0,84	25,5	30,36
20	0,94	26,3	27,98
21	0,96	20,4	21,25



Tabela 12: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G5 (grupo em solução láctea - RelyX ARC).

DENTE Nº 1 – GRUPO G5			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,93	23,8	25,59
2	0,95	41,8	44,00
3	1,04	30,9	29,71
4	0,95	23,9	25,16
5	0,98	23,5	23,98
6	0,97	25,7	26,49
7	0,96	34,7	36,14
8	1,00	27,8	27,80
9	1,11	24,6	22,16
10	1,07	37,9	35,42
11	1,11	30,5	27,48
12	0,99	24,4	24,65
13	0,82	33,9	41,34
14	0,97	38,7	39,90
15	0,99	27,9	28,18
16	1,01	35,0	34,65
17	0,95	27,1	28,53
18	0,97	25,3	26,08
19	0,92	36,7	39,89
20	1,18	28,1	23,81
21	1,10	34,7	31,54

Tabela 13: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G5 (grupo em solução láctea - RelyX ARC).

DENTE Nº 2 – GRUPO G5			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,90	25,6	28,44
2	1,02	28,5	27,94
3	0,91	23,1	25,38
4	0,96	31,8	33,12
5	1,03	35,5	34,47
6	0,87	17,6	20,23
7	0,96	26,8	27,92
8	0,94	19,4	20,64
9	0,94	25,4	27,02
10	0,84	25,9	30,84
11	0,90	28,4	31,55
12	0,92	31,5	34,24
13	1,05	28,8	27,43
14	0,93	20,6	22,15
15	0,93	26,3	28,28
16	0,98	19,0	19,39
17	0,85	23,1	27,18
18	0,86	17,5	20,35
19	0,92	27,7	30,11
20	0,91	30,4	33,41

Tabela 14: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G5 (grupo em solução láctea - RelyX ARC).

DENTE Nº 3 – GRUPO G5			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	1,11	24,0	21,62
2	0,82	23,1	28,17
3	1,01	27,9	27,62
4	0,91	26,9	29,56
5	1,04	33,9	32,60
6	0,94	23,7	25,21
7	1,14	26,2	22,98
8	1,09	29,7	27,25
9	0,88	23,2	26,36
10	0,92	20,5	22,28
11	1,06	31,0	29,24
12	0,92	28,9	31,41
13	1,07	31,5	29,44
14	1,01	32,3	31,98
15	1,02	29,1	28,53
16	0,92	34,8	37,83
17	1,03	22,5	21,84
18	1,11	26,1	23,51
19	0,98	32,7	33,37
20	1,03	28,7	27,86
21	1,01	31,4	31,09
22	1,06	24,1	22,73
23	0,88	26,6	30,23
24	1,06	38,8	36,60

Tabela 15: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G5 (grupo em solução láctea - RelyX ARC).

DENTE Nº 4 – GRUPO G5			
Nº AMOSTRA (palito)	ÁREA ( $\text{mm}^2$ )	CARGA (N)	TENSÃO (MPa)
1	0,94	26,7	28,40
2	0,81	14,8	18,27
3	0,88	27,7	31,48
4	0,94	22,5	23,94
5	0,88	17,5	19,89
6	0,92	24,6	26,74
7	0,85	16,8	19,76
8	0,91	22,4	24,61
9	0,87	29,8	34,25
10	1,01	21,0	20,79
11	0,86	26,3	30,58
12	0,90	23,3	25,89
13	0,87	24,4	28,04
14	0,85	18,6	21,88
15	0,97	25,7	26,49
16	0,89	23,3	26,18
17	0,90	28,4	31,55
18	0,97	24,9	25,67

Tabela 16: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G7 (grupo em solução de vinho - RelyX ARC).

DENTE Nº 1 – GRUPO G7			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	1,14	29,5	25,88
2	1,10	38,0	34,54
3	1,09	26,2	24,04
4	1,07	21,2	19,81
5	0,86	27,4	31,86
6	0,91	23,7	26,04
7	1,04	21,3	20,48
8	1,05	21,4	20,38
9	0,91	14,0	15,38
10	1,01	29,2	28,91
11	0,98	24,1	24,59
12	1,19	18,1	15,21
13	0,85	20,6	24,23
14	1,02	18,9	18,53
15	1,04	17,3	16,63
16	1,15	24,0	20,87
17	0,88	18,0	20,45
18	0,98	28,1	28,67
19	0,88	17,5	19,89

Tabela 17: Valores das áreas (mm<sup>2</sup>) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G7 (grupo em solução de vinho - RelyX ARC).

DENTE Nº 2 – GRUPO G7			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(MPa)
1	0,81	13,5	16,67
2	0,89	19,2	21,57
3	1,00	28,9	28,90
4	0,90	22,7	25,22
5	0,98	26,0	26,53
6	1,02	14,4	14,12
7	1,02	19,5	19,12
8	0,98	21,3	21,73
9	0,96	24,5	25,52
10	0,99	19,2	19,39
11	1,02	26,9	26,37
12	1,01	16,2	16,04
13	0,99	22,6	22,83
14	1,00	20,2	20,20
15	1,02	23,2	22,74
16	0,98	23,9	24,39
17	0,93	20,7	22,26
18	1,01	22,2	21,98

Tabela 18: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G7 (grupo em solução de vinho - RelyX ARC).

DENTE Nº 3 – GRUPO G7			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,80	23,6	29,5
2	0,86	18,5	21,51
3	0,82	21,5	26,22
4	0,80	23,2	29,00
5	0,85	21,5	25,29
6	0,85	20,8	24,47
7	0,80	21,7	27,12
8	0,81	19,6	24,20
9	0,84	23,1	27,50
10	0,86	18,5	21,51
11	0,83	16,4	19,76
12	0,85	20,7	24,35
13	0,83	18,9	22,77
14	0,87	19,7	22,64
15	0,83	18,2	21,93
16	0,83	17,5	21,08
17	0,91	22,8	25,05
18	0,94	21,4	22,76
19	0,90	19,8	22,00
20	0,91	20,1	22,09

Tabela 19: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G7 (grupo em solução de vinho - RelyX ARC).

DENTE Nº 4 – GRUPO G7			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,99	26,2	26,46
2	0,88	20,8	23,63
3	0,88	16,2	18,41
4	0,96	22,6	23,54
5	0,83	19,1	23,01
6	0,95	18,2	19,16
7	0,87	16,4	18,85
8	1,00	19,5	19,50
9	0,95	19,1	20,10
10	0,85	13,8	16,23
11	0,91	20,8	22,86
12	0,94	23,5	25,00
13	0,83	14,8	17,83
14	0,94	23,9	25,42
15	0,97	25,2	25,98
16	0,88	20,7	23,52
17	0,86	15,6	18,14
18	0,89	21,5	24,16
19	0,86	19,2	22,32
20	0,88	15,9	18,07
21	0,96	17,0	17,71



Tabela 20: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G2 (grupo controle – em água destilada - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 1 – GRUPO G2			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,85	10,3	12,12
2	0,83	09,7	11,69
3	0,86	12,0	13,95
4	0,94	10,8	11,49
5	0,83	10,1	12,17
6	0,93	13,2	14,19
7	0,85	11,5	13,53
8	0,85	12,4	14,59
9	0,85	11,8	13,88
10	0,86	13,7	15,93
11	0,88	12,1	13,75
12	0,86	12,6	14,65

Tabela 21: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G2 (grupo controle – em água destilada - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 2 – GRUPO G2			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,99	18,5	18,69
2	0,82	13,4	16,34
3	1,01	11,4	11,29
4	0,97	18,1	18,66
5	0,89	15,9	17,86
6	0,94	13,5	14,36
7	0,91	16,8	18,46
8	0,89	12,7	14,27
9	0,87	12,8	14,71
10	0,87	10,9	12,53
11	0,96	12,4	12,92
12	0,87	12,6	14,48
13	0,94	13,0	13,83
14	0,81	14,3	17,65
15	0,88	15,8	17,95
16	0,95	13,3	14,00
17	0,81	10,7	13,21

Tabela 22: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G2 (grupo controle – em água destilada - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 3 – GRUPO G2			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	1,02	16,3	15,98
2	0,93	18,1	19,46
3	0,97	17,5	18,04
4	0,96	16,4	17,08
5	0,91	16,2	17,80
6	0,97	13,4	13,81
7	0,97	18,2	18,76
8	0,95	14,3	15,05
9	0,96	13,6	14,16
10	0,98	16,4	16,73
11	0,88	15,9	18,07
12	0,91	12,8	14,06
13	0,98	15,0	15,30
14	0,93	17,8	19,14
15	0,97	18,8	19,38
16	1,01	19,5	19,30
17	0,90	17,6	19,55
18	0,95	18,5	19,47
19	0,99	17,1	17,27
20	0,98	16,6	16,94
21	0,95	18,2	19,15

Tabela 23: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G2 (grupo controle – em água destilada - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 4 – GRUPO G2			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,84	16,7	19,88
2	0,95	13,5	14,21
3	0,85	15,6	18,35
4	0,96	16,2	16,87
5	0,94	14,7	15,64
6	0,96	18,9	19,69
7	0,98	19,4	19,79
8	0,96	18,3	19,06
9	0,92	21,6	23,48
10	0,97	15,8	16,29
11	0,93	17,8	19,14
12	0,95	14,5	15,26
13	0,90	17,3	19,22
14	0,95	13,9	14,63
15	0,98	18,5	18,89
16	0,96	18,4	19,17
17	0,98	20,4	20,82
18	0,92	18,3	19,89
19	0,97	16,5	17,01
20	0,94	14,3	15,21

Tabela 24: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G4 (grupo em solução de refrigerante - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 1 – GRUPO G4			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,98	8,2	8,37
2	0,95	9,7	10,21
3	1,01	10,5	10,40
4	0,99	7,8	7,89
5	0,99	8,1	8,18
6	0,96	10,3	10,73
7	0,93	8,5	9,14
8	0,96	7,9	8,23
9	0,99	12,4	12,52
10	0,94	7,6	8,08
11	1,01	7,7	7,62
12	0,97	8,4	8,66
13	0,93	6,9	7,42
14	0,96	11,9	12,39
15	0,94	7,3	7,77
16	0,95	13,7	14,42
17	1,01	9,3	9,21
18	0,97	7,1	7,32
19	0,93	8,2	8,82
20	0,98	13,6	13,88

Tabela 25: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G4 (grupo em solução de refrigerante - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 2 – GRUPO G4			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,83	10,1	12,17
2	0,95	6,9	7,26
3	0,89	8,5	9,55
4	0,86	9,9	11,51
5	0,95	7,4	7,79
6	0,95	8,1	8,53
7	0,83	11,3	13,61
8	0,90	12,5	13,89
9	0,93	11,4	12,26
10	0,85	12,8	15,06
11	0,87	9,7	11,15
12	0,88	8,9	10,11
13	0,94	7,2	7,66
14	0,88	10,6	12,04
15	0,91	8,6	9,45

Tabela 26: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G4 (grupo em solução de refrigerante - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 3 – GRUPO G4			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,96	10,3	10,73
2	0,94	8,5	9,04
3	0,92	8,1	8,80
4	0,94	7,7	8,19
5	0,94	8,9	9,47
6	0,99	9,4	9,49
7	0,90	10,5	11,67
8	0,94	7,2	7,66
9	0,91	8,4	9,23
10	0,97	12,3	12,68
11	0,92	7,0	7,61
12	0,90	6,8	7,55
13	0,96	9,7	10,10
14	0,98	9,5	9,69
15	0,91	7,4	8,13
16	0,99	12,8	12,93
17	0,92	7,6	8,26
18	0,91	11,5	12,64

Tabela 27: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G4 (grupo em solução de refrigerante - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 4 – GRUPO G4			
Nº AMOSTRA (palito)	ÁREA ( $\text{mm}^2$ )	CARGA (N)	TENSÃO (MPa)
1	0,91	7,8	8,57
2	0,98	9,1	9,28
3	0,94	10,8	11,49
4	0,96	8,5	8,85
5	0,97	9,4	9,69
6	0,99	8,9	8,99
7	0,87	7,6	8,73
8	0,94	6,4	6,81
9	0,97	10,0	10,31
10	0,84	9,8	11,67
11	0,86	6,3	7,32
12	0,86	8,2	9,53
13	0,97	6,7	6,91
14	0,88	8,1	9,20
15	0,99	12,6	12,73
16	0,85	7,4	8,70



Tabela 28: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G6 (grupo em solução láctea - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 1 – GRUPO G6			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,90	14,5	16,11
2	0,86	10,5	12,21
3	0,88	10,4	11,82
4	0,90	9,8	10,89
5	0,92	7,7	8,37
6	0,93	10,1	10,86
7	0,94	6,3	6,70
8	0,90	8,6	9,56
9	0,85	8,9	10,47
10	0,93	9,2	9,89
11	0,91	6,7	7,44
12	0,93	9,4	10,11
13	0,95	6,7	7,05
14	0,96	5,8	6,04
15	0,91	12,1	13,30

Tabela 29: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G6 (grupo em solução láctea - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 2 – GRUPO G6			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(K)	(MPa)
1	0,85	9,6	11,29
2	0,84	8,1	9,64
3	0,88	5,9	6,70
4	0,90	6,4	7,11
5	0,92	8,5	9,24
6	0,93	9,2	9,89
7	0,94	9,3	9,89
8	0,90	11,2	12,44
9	0,85	7,6	8,94
10	0,90	8,6	9,55
11	0,93	6,3	6,77
12	0,97	8,5	8,76
13	0,90	7,4	8,22
14	0,85	8,7	10,23
15	0,85	7,8	9,18
16	0,96	9,3	9,69
17	0,91	9,5	10,44

Tabela 30: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G6 (grupo em solução láctea - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 3 – GRUPO G6			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(K)	(MPa)
1	0,91	8,4	9,23
2	0,92	8,7	9,46
3	0,93	9,5	10,21
4	0,97	9,1	9,38
5	0,95	11,2	11,79
6	0,95	9,9	10,42
7	0,90	6,3	7,0
8	0,87	7,6	8,73
9	0,97	8,8	9,07
10	0,90	7,5	8,33
11	0,96	6,9	7,19
12	0,93	9,2	9,89
13	0,96	5,8	6,04
14	0,95	6,6	6,95
15	0,92	7,4	8,04
16	0,95	7,7	8,10
17	0,96	10,3	10,73
18	0,97	8,7	8,97
19	0,93	6,0	6,45

Tabela 31: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G6 (grupo em solução láctea - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 4 – GRUPO G6			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,81	6,5	8,02
2	0,85	7,1	8,35
3	0,83	6,9	8,31
4	0,82	5,8	7,07
5	0,83	7,5	9,04
6	0,88	6,2	7,04
7	0,85	9,3	10,94
8	0,87	7,4	8,50
9	0,82	5,6	6,83
10	0,87	6,6	7,59
11	0,82	5,5	6,71
12	0,85	4,8	5,65
13	0,85	8,2	9,65
14	0,87	6,7	7,70
15	0,84	5,3	6,31
16	0,85	6,0	7,06
17	0,89	8,4	9,44
18	0,88	8,1	9,20
19	0,89	7,7	8,65
20	0,87	6,8	7,82

Tabela 32: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G8 (grupo em solução de vinho - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 1 – GRUPO G8			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(K)	(MPa)
1	0,91	9,5	10,44
2	0,85	11,2	13,18
3	0,85	10,3	12,12
4	0,82	8,7	10,61
5	0,93	11,8	12,69
6	0,83	9,7	11,69
7	0,93	12,9	13,87
8	0,90	12,1	13,44
9	0,83	12,7	15,30
10	0,86	13,5	15,70
11	0,85	13,8	16,23
12	1,01	15,4	15,25
13	0,91	12,6	13,85
14	0,86	12,2	14,19
15	0,85	15,8	18,56
16	0,82	14,6	17,80
17	0,93	12,3	13,22
18	0,89	9,4	10,56
19	0,89	13,3	14,94

Tabela 33: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G8 (grupo em solução de vinho - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 2 – GRUPO G8			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,99	12,8	12,93
2	0,99	13,1	13,23
3	0,96	9,8	10,21
4	0,87	8,9	10,23
5	0,90	9,1	10,11
6	0,83	10,4	12,53
7	0,91	11,7	12,85
8	0,93	11,3	12,15
9	0,85	9,5	11,18
10	0,90	8,7	9,67
11	0,96	11,5	11,98
12	0,99	8,6	8,69
13	0,90	12,4	13,78
14	0,92	9,3	10,11
15	0,96	12,5	13,02
16	0,98	11,4	11,63
17	0,96	10,8	11,25
18	0,96	8,7	9,06
19	0,97	13,5	13,92
20	0,96	10,9	11,35
21	0,97	9,5	9,79

Tabela 34: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G8 (grupo em solução de vinho - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 3 – GRUPO G8			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,95	8,9	9,37
2	0,99	9,5	9,59
3	0,97	10,3	10,62
4	0,87	9,1	10,46
5	0,96	12,5	13,02
6	0,94	11,2	11,91
7	0,97	6,8	7,01
8	0,98	12,1	12,35
9	0,99	11,8	11,92
10	0,94	12,9	13,72
11	0,95	9,7	10,21
12	0,95	9,4	9,89
13	0,99	12,2	12,32
14	1,01	13,3	13,16
15	0,98	11,8	12,04
16	0,95	7,5	7,89
17	0,95	8,1	8,53
18	0,94	8,7	9,25

Tabela 35: Valores das áreas ( $\text{mm}^2$ ) das amostras, cargas (N) e tensão (MPa) do Grupo G8 (grupo em solução de vinho - RelyX UNICEM).

DENTE Nº 4 – GRUPO G8			
Nº AMOSTRA	ÁREA	CARGA	TENSÃO
(palito)	( $\text{mm}^2$ )	(N)	(MPa)
1	0,94	7,5	7,98
2	0,94	7,9	8,40
3	0,97	10,5	10,82
4	0,97	12,3	12,68
5	0,92	11,6	12,61
6	0,96	6,8	7,08
7	0,92	13,2	14,35
8	0,94	129	13,72
9	0,99	10,3	10,40
10	0,92	14,1	15,33
11	0,94	8,4	8,94
12	0,98	12,7	12,96
13	0,91	9,3	10,22
14	0,95	13,6	14,31
15	1,00	9,4	9,40
16	0,96	15,3	15,94
17	0,94	8,8	9,36
18	0,91	10,1	11,10



APÊNDICE E – Tabela com o modo de fratura das amostras selecionadas aleatoriamente de cada grupo pesquisado.

Tabela 36: Tipos de fratura de duas amostras selecionadas aleatoriamente de cada grupo.

GRUPO	DENTE	AMOSTRA	MODO DE FRATURA SUGESTIVA
G1	1	5	Coesiva no cimento resinoso
	2	1	Coesiva no adesivo
G3	3	2a	Coesiva no cimento resinoso
	4	10b	Coesiva no cimento resinoso
G5	1	8a	Coesiva no cimento resinoso
	3	23	Coesiva no cimento resinoso
G7	3	20	Coesiva no cimento resinoso
	4	5a	Coesiva no cimento resinoso
G2	1	5	Mista
	3	21	Mista
G4	1	3b	Mista
	4	6b	Adesiva
G6	2	9b	Adesiva
	3	1b	Adesiva
G8	2	6	Coesiva no cimento resinoso
	3	2	Coesiva no cimento resinoso

## APÊNDICE F – Fotografias



Figura 1 – Terceiros molares humanos, extraídos e limpos.



Figura 2 – Terceiro molar humano, extraído e limpo.



Figura 3 – Tubos de PVC utilizados para o embutimento das raízes.



Figura 4 – Demarcação abaixo da junção amelocementária, para estabelecer o nível de embutimento da raiz.

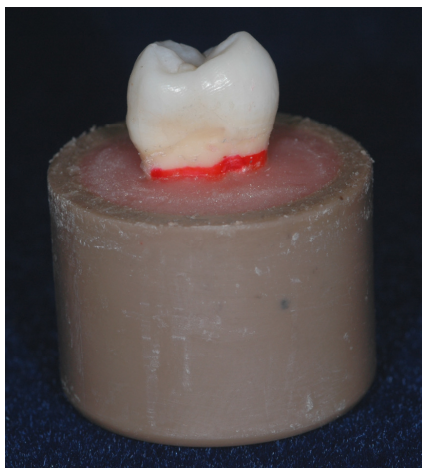


Figura 5 – Terceiro molar com a raiz embutida.

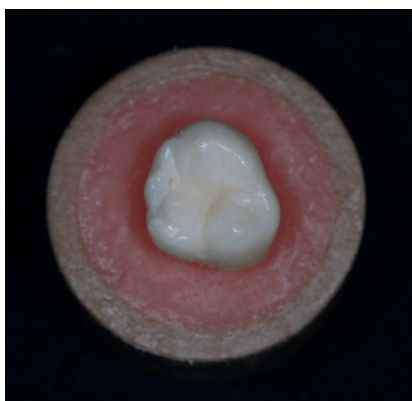


Figura 6 – Vista oclusal do terceiro molar com a raiz embutida.



Figura 7 – Dispositivo de localização da máquina de cortes.

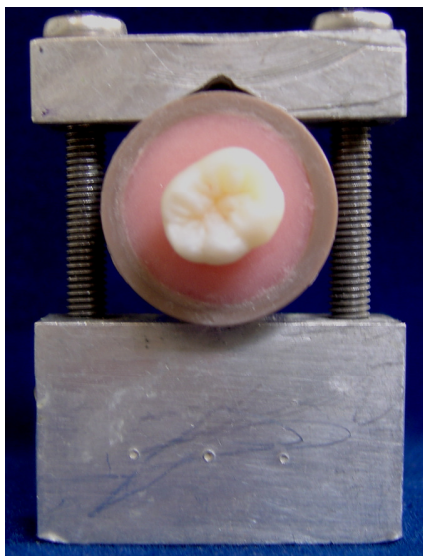


Figura 8 – Terceiro molar embutido fixado no dispositivo de localização da máquina de cortes.



Figura 9 – Máquina de cortes (ISOMET 1000).

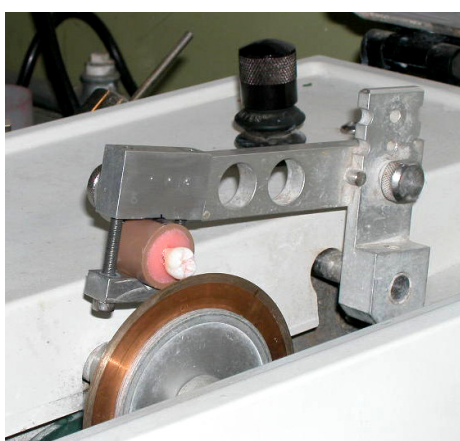


Figura 10 – Terceiro molar embutido e posicionado na ISOMET sendo submetido ao corte perpendicular ao longo eixo dental com finalidade de remover a face oclusal.

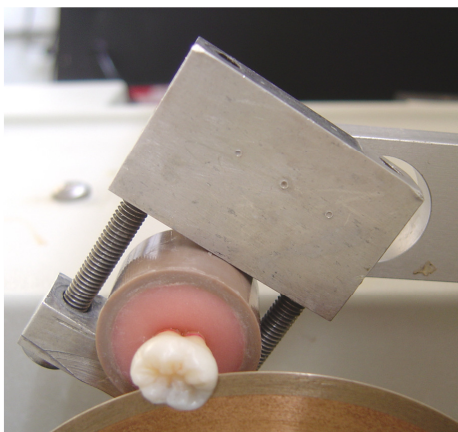


Figura 11 – Corte da face oclusal sendo realizado.

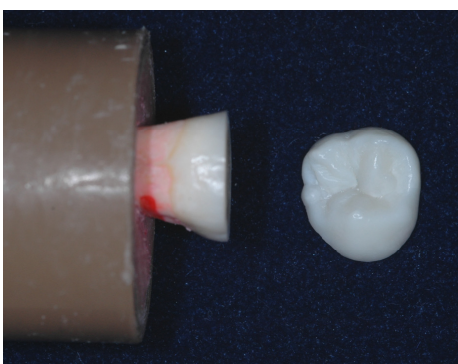


Figura 12 – Face oclusal do dente removida.



Figura 13 – Politriz utilizada para o desgaste do remanescente da face oclusal.





Figura 14 – Face oclusal do dente embutido sendo desgastada.

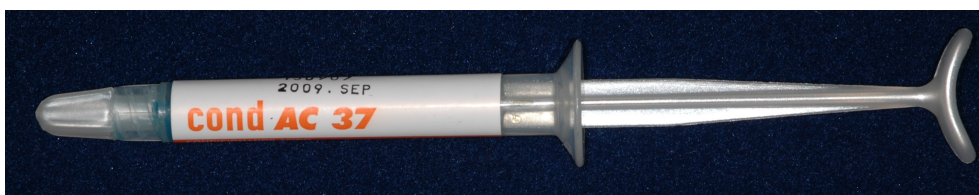


Figura 15 – Ácido fosfórico a 37% utilizado na pesquisa.

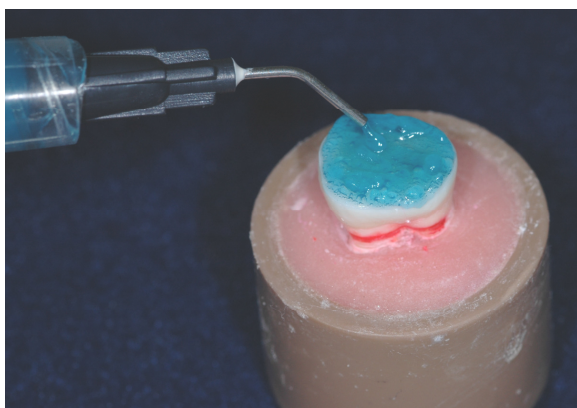


Figura 16 – Condicionamento ácido da superfície oclusal dentinária exposta.



Figura 17 – Sistema adesivo utilizado.

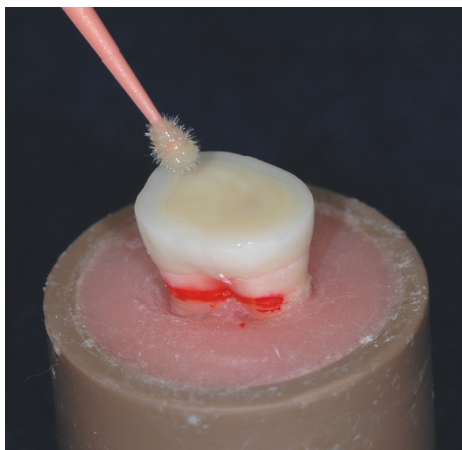


Figura 18 – Aplicação do sistema adesivo na face oclusal.



Figura 19 – Unidade fotoativadora utilizada.

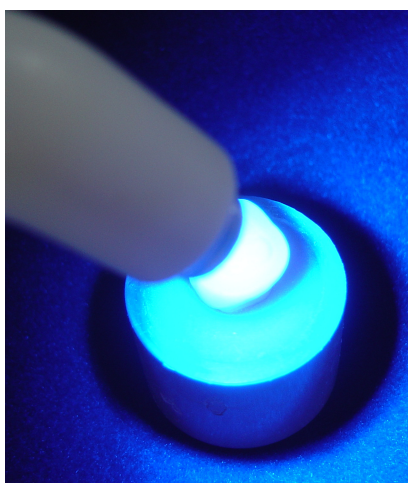


Figura 20 – Fotoativação do sistema adesivo aplicado na face oclusal.



Figura 21 – Unidade fotoativadora sendo aferida no radiômetro.



Figura 22 – Cimento resinoso convencional utilizado.

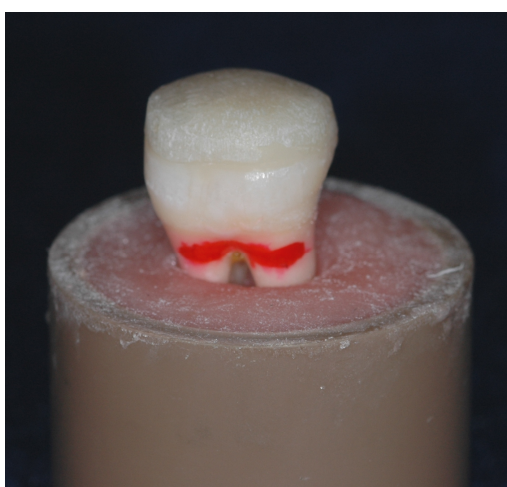


Figura 23 – “Coroa” de cimento resinoso convencional confeccionada sobre a face oclusal de dentina.



Figura 24 – Resina composta utilizada sobre os cimentos resinosos, de modo a formar uma “coroa”.



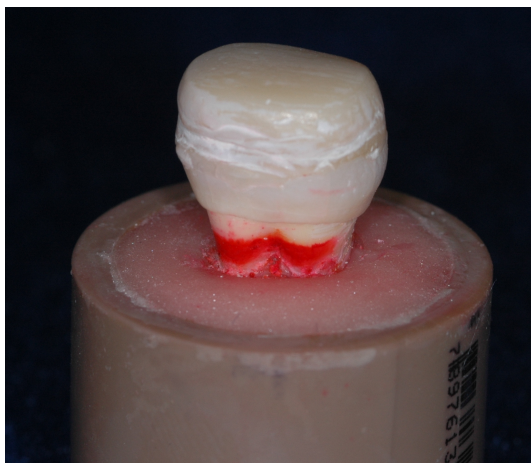


Figura 25 – “Coroa” de cimento resinoso convencional acrescido de resina composta.



Figura 26 – Cimento resinoso autocondicionante utilizado.



Figura 27 – Cápsula de cimento resinoso autocondicionante posicionada no dispositivo ativador.



Figura 28 – Cápsula de cimento resinoso autocondicionante posicionada no amalgamador para aglutinação.



Figura 29 – Cápsula de cimento resinoso autocondicionante posicionada no dispositivo aplicador.

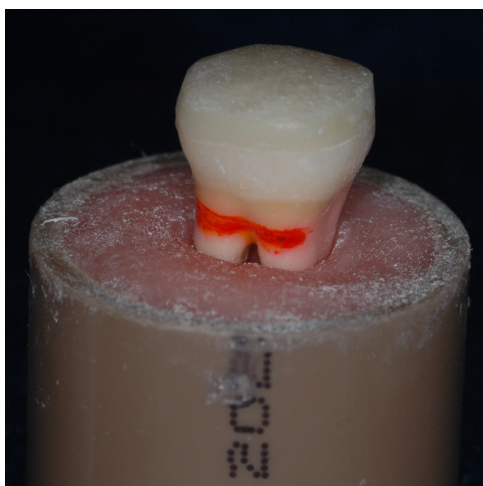


Figura 30 – “Coroa” de cimento resinoso autocondicionante confeccionada sobre a face oclusal de dentina.

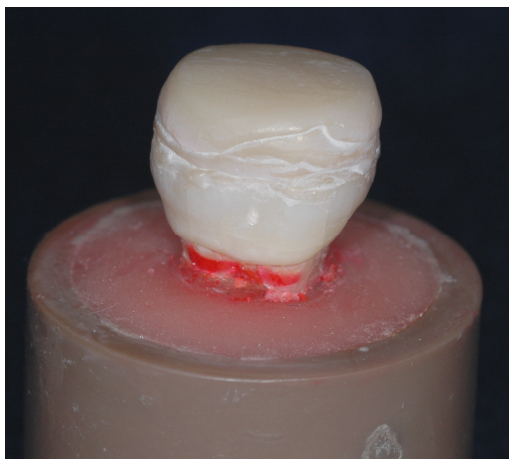


Figura 31 – “Coroa” de cimento resinoso autocondicionante acrescido de resina composta.

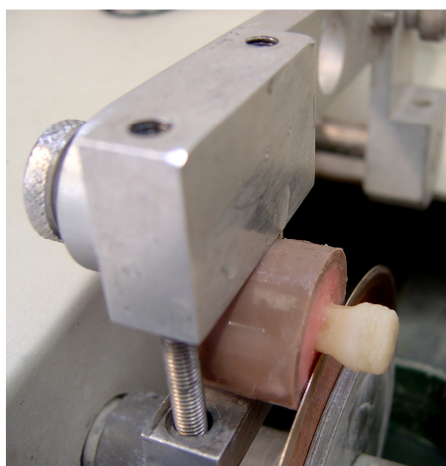


Figura 32 – Corte da porção radicular 4mm abaixo do limite amelocementário.

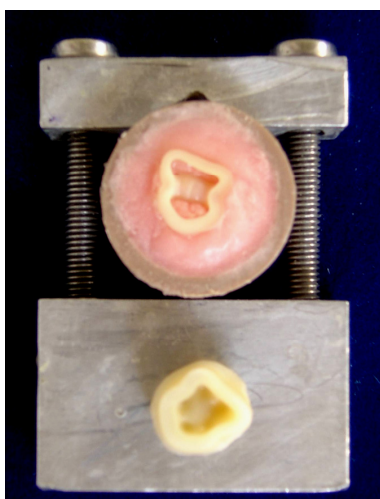


Figura 33 – Remanescente da “coroa” removida da porção radicular.



Figura 34 – Câmara pulpar limpa.

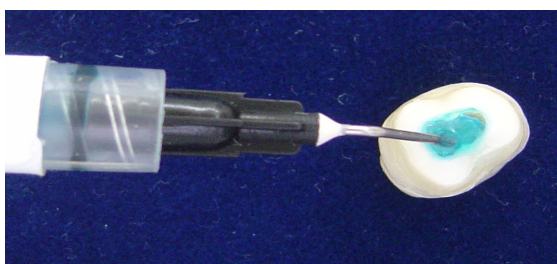


Figura 35 – Condicionamento com ácido fosfórico a 37% na câmara pulpar.

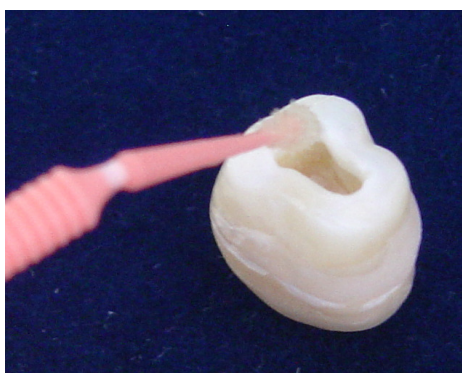


Figura 36 – Aplicação do sistema adesivo na câmara pulpar.

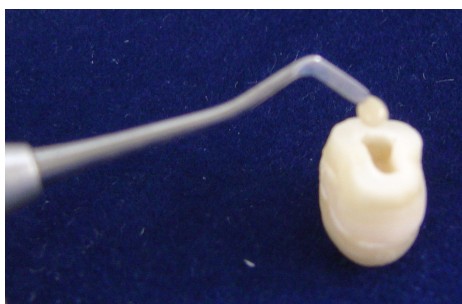


Figura 37 – Aplicação da resina composta na câmara pulpar.





Figura 38 – Câmara pulpar preenchida com resina composta.



Figura 39 – Godiva de baixa fusão utilizada para fixar o elemento dental no dispositivo para corte seriado.

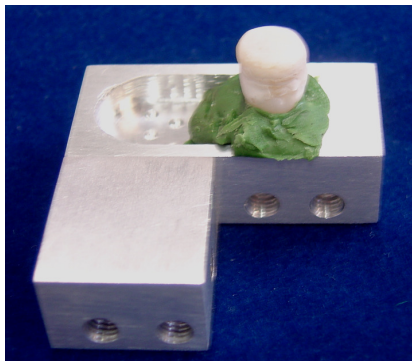


Figura 40 – “Coroa” fixada com godiva no dispositivo para corte seriado, na área de baixo relevo, com a porção cervical voltada para a base do aparato.

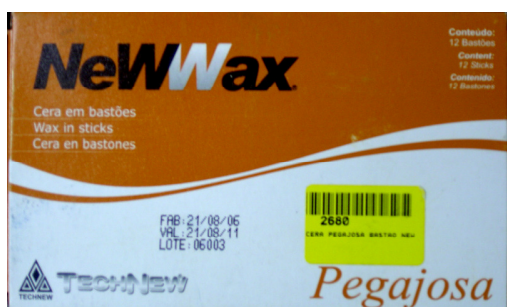


Figura 41 – Cera pegajosa utilizada para evitar que as fatias ao final do corte seriado se soltem.

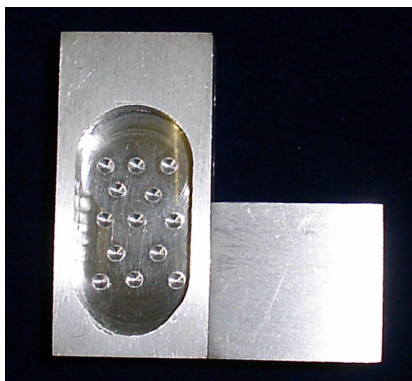


Figura 42 – Vista frontal do dispositivo para corte seriado utilizado para obtenção das amostras.

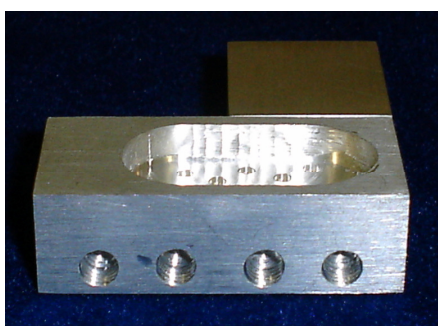


Figura 43 – Vista laterolateral esquerda do dispositivo para corte seriado.

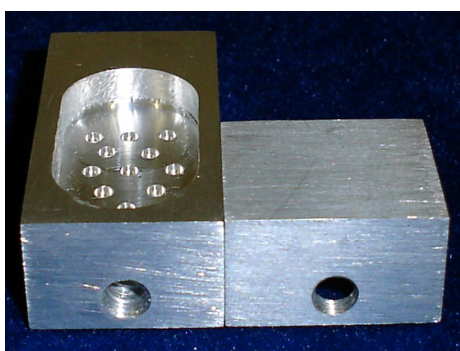


Figura 44 – Vista látero-inferior do dispositivo para corte seriado.

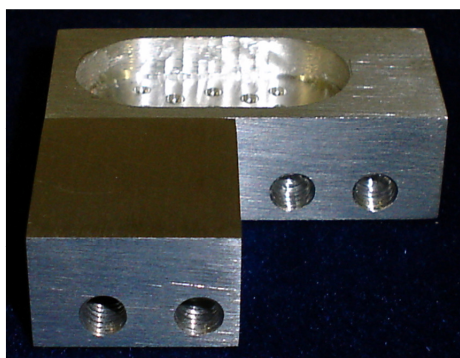


Figura 45 – Vista laterolateral direita do dispositivo para corte seriado.

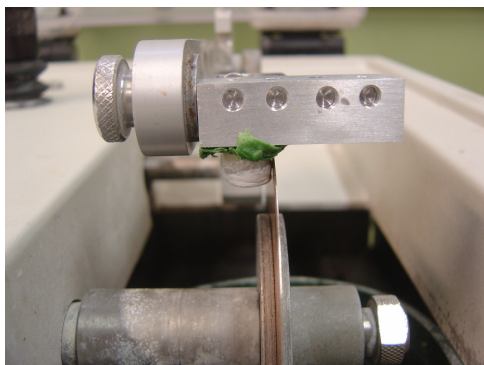


Figura 46 – Posicionamento da amostra de modo que a face vestibular da “coroa” ficasse paralela à lâmina de corte.



Figura 47 – Regulagem do painel da máquina de cortes de modo que o mostrador ficasse na posição zero.

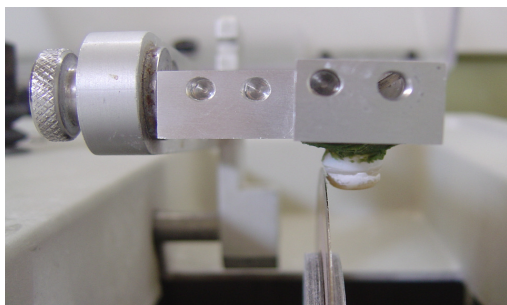


Figura 48 – Posicionamento da amostra de modo que a face lingual da “coroa” ficasse paralela à lâmina de corte.

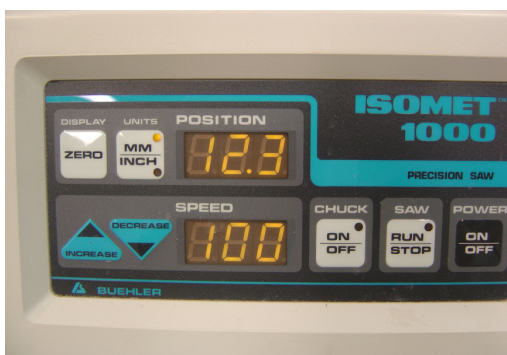


Figura 49 – Visualização do momento em que o mostrador registrou a distância vestibulo-lingual.



Figura 50 – Visualização do momento em que foi estabelecida a espessura da lâmina do disco, para compensar a espessura da lâmina de corte.

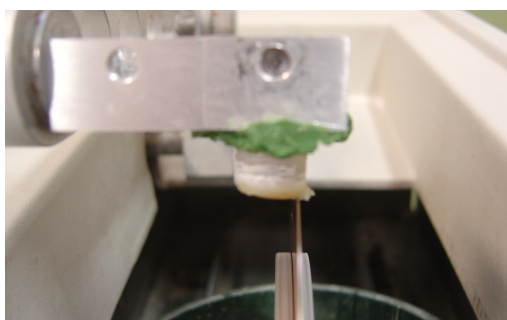


Figura 51 – Execução do corte na porção vestibular, no sentido méso-distal, para obtenção das amostras.

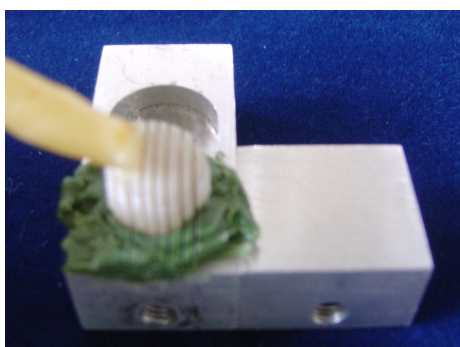


Figura 52 – Aplicação da cera pegajosa na face oclusal com finalidade de reter a amostra na posição, impedindo o deslocamento dos mesmos.

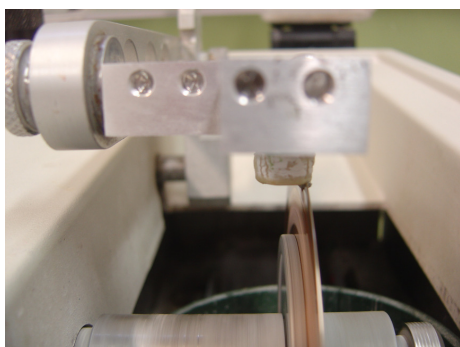


Figura 53 – Posicionamento da amostra de modo que a face mesial da “coroa” ficasse paralela à lâmina de corte.





Figura 54 – Regulagem do painel da máquina de cortes de modo que o mostrador ficasse na posição zero.

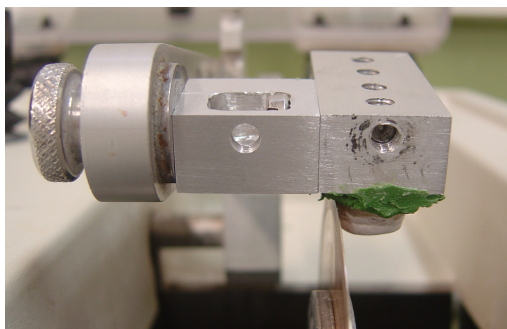


Figura 55 – Posicionamento da amostra de modo que a face distal da “coroa” ficasse paralela à lâmina de corte.

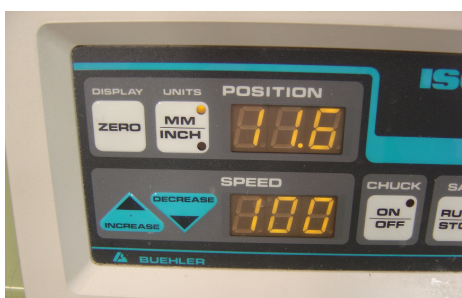


Figura 56 – Visualização do momento em que o mostrador registrou a distância mesio-distal.

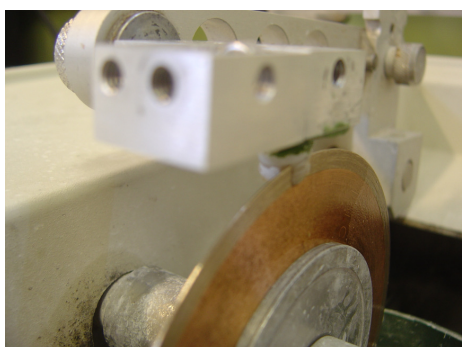


Figura 57 – Execução do corte na porção mesial, no sentido vestibulo-lingual, para obtenção das amostras.

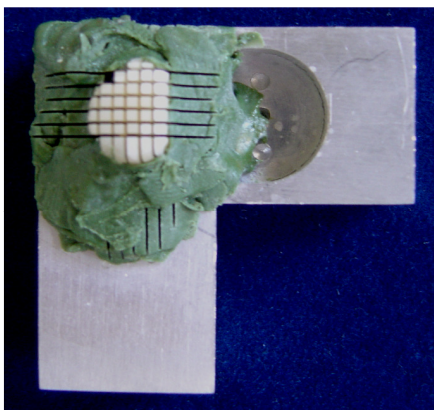


Figura 58 – Visualização dos cortes executados nos sentidos vestibulo-lingual e mesio-distal para obtenção dos palitos.



Figura 59 – Ponta diamantada tipo slice utilizada para separação dos palitos.



Figura 60 – Separação dos palitos com ponta diamantada tipo slice.



Figura 61 – Corpo-de-prova em forma de palito obtido após a separação com ponta diamantada.



Figura 62 – Armazenamento dos corpos-de-prova, previamente identificados, em bebida à base de cola.



Figura 63 – Estufa biológica utilizada durante o experimento.



Figura 64 - Paquímetro eletrônico digital utilizado para mensuração dos corpos-de-prova.



Figura 65 – Mensuração de um corpo-de-prova utilizando-se o paquímetro digital.



Figura 66 – Identificação da porção dentinária e porção de cimento resinoso no corpo-de-prova.



Figura 67 – Adesivo em gel à base de cianoacrilato utilizado para fixar os corpos-de-prova aos dispositivos de Geraldeli.



Figura 68 – Dispositivo de “Geraldeli” utilizado no teste de microtração.



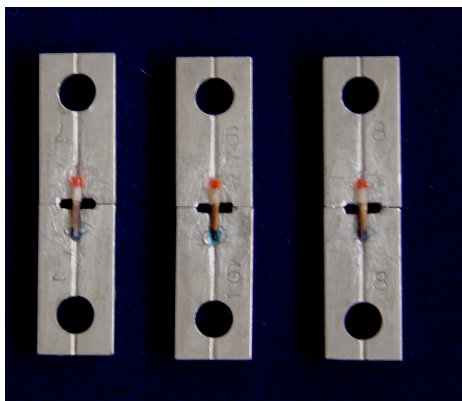


Figura 69 – Corpos-de-prova fixados nos dispositivos de “Geraldini”.



Figura 70 – Máquina utilizada nos testes de microtração.

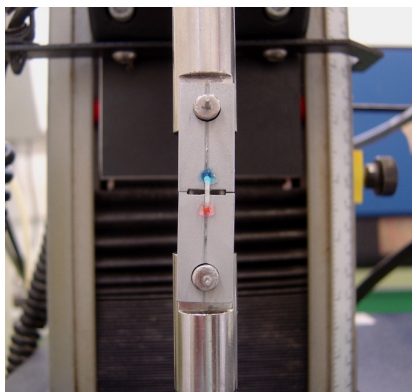


Figura 71 – Dispositivo de Geraldini com o respectivo corpo-de-prova posicionado na máquina de testes e sendo submetido ao ensaio de microtração.

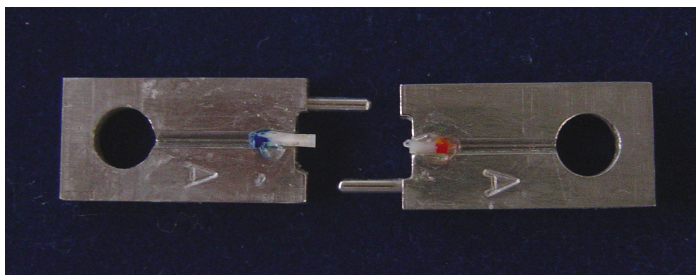


Figura 72 – Corpo-de-prova fraturado após o ensaio de microtração.

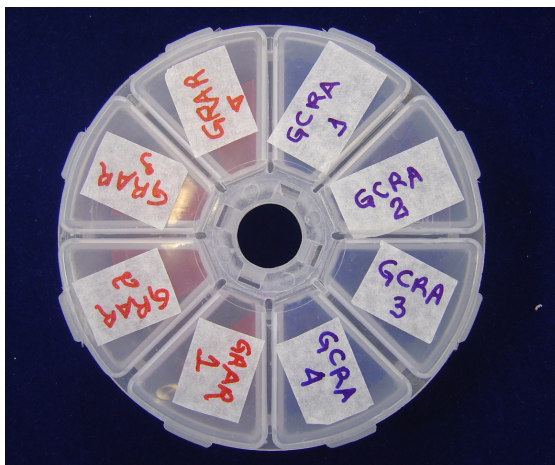


Figura 73 – Armazenamento em sílica gel, contida em recipiente plástico, dos corpos-de-prova fraturados.

## APÊNDICE G – Fotomicrografias

## 1. Fotomicrografias do grupo G1 - RelyX ARC - em água destilada/controlado.

- DENTE 1 - AMOSTRA 5

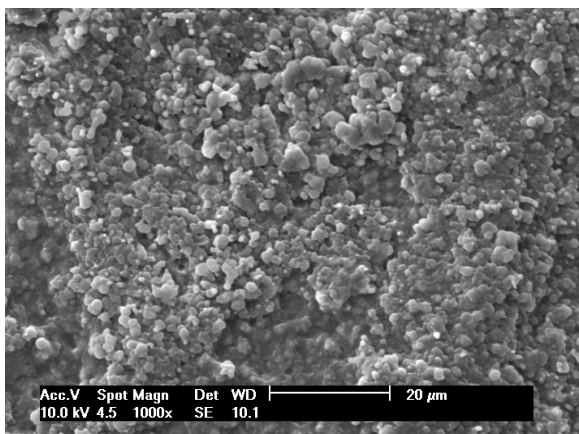


Figura 74 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX ARC em água destilada. Observa-se falha sugestiva coesiva no cimento resinoso.

- DENTE 2 - AMOSTRA 1

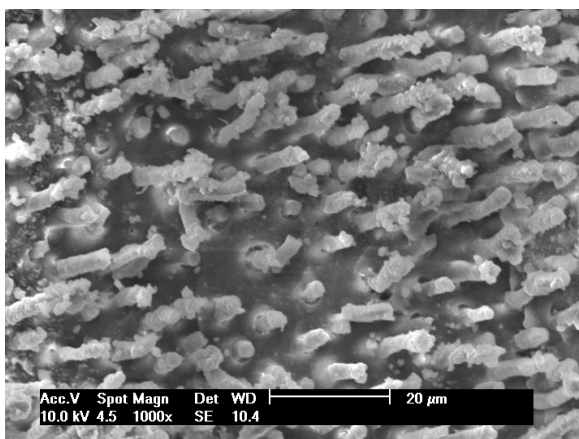


Figura 75 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX ARC em água destilada. Observa-se falha sugestiva coesiva no adesivo.

## 2. Fotomicrografias do grupo G3 - RelyX ARC - em refrigerante.

- DENTE 3 – AMOSTRA 2a

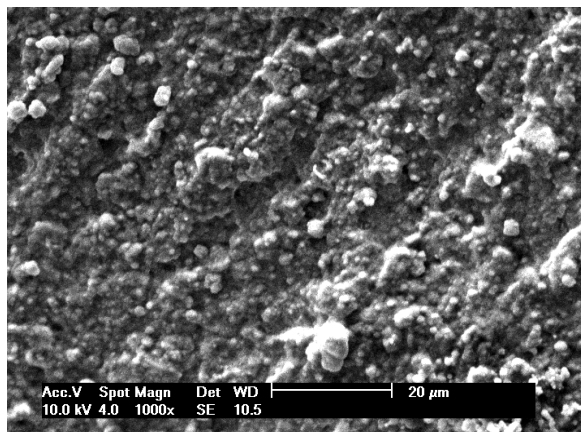


Figura 76 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX ARC em refrigerante. Observa-se falha sugestiva coesiva no cimento resinoso.

- DENTE 4 – AMOSTRA 10b

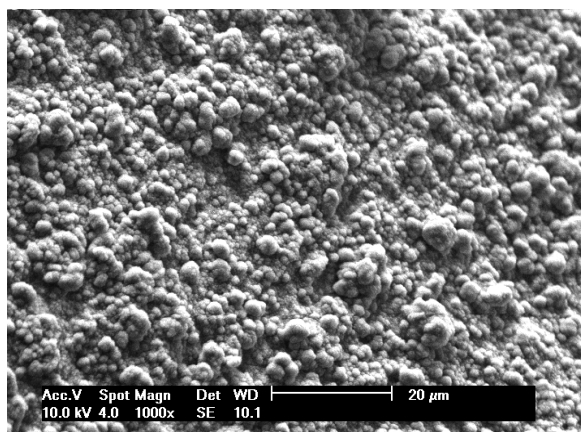


Figura 77 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX ARC em refrigerante. Observa-se falha sugestiva coesiva no cimento resinoso.



### 3. Fotomicrografias do grupo G5 - RelyX ARC- em iogurte.

- DENTE 1 – AMOSTRA 8a

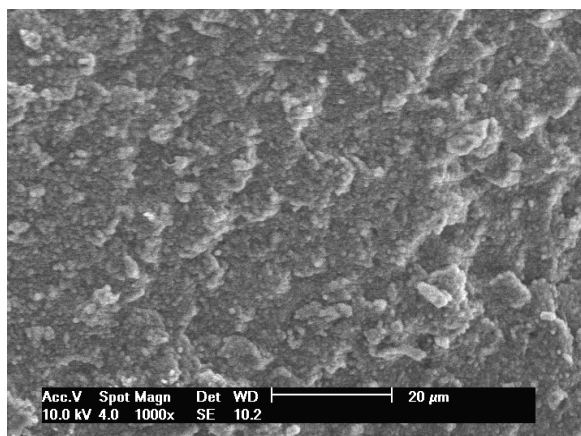


Figura 78 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX ARC em iogurte. Observa-se falha sugestiva coesiva no cimento resinoso.

- DENTE 3 – AMOSTRA 23

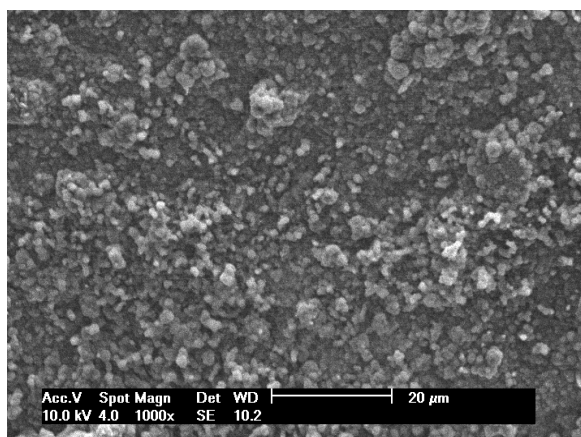


Figura 79 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX ARC em iogurte. Observa-se falha sugestiva coesiva no cimento resinoso.

#### 4. Fotomicrografias do grupo G7 - RelyX ARC em vinho.

- DENTE 3 – AMOSTRA 20

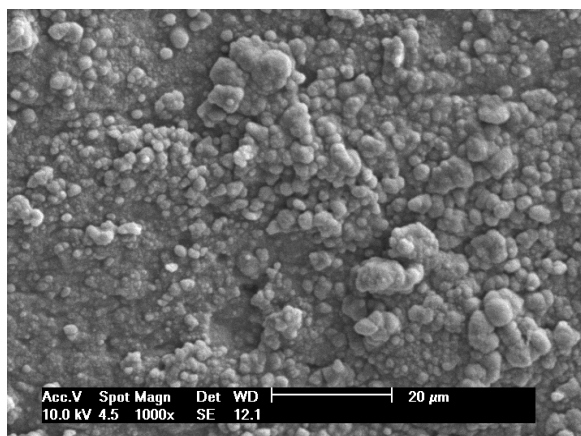


Figura 80 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX ARC em vinho. Observa-se falha sugestiva coesiva no cimento resinoso.

- DENTE 4 – AMOSTRA 5a

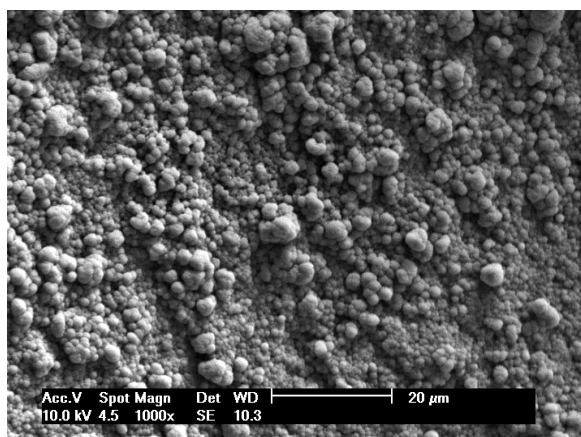


Figura 81 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX ARC em vinho. Observa-se falha sugestiva coesiva no cimento resinoso.

5. Fotomicrografias do grupo G2 - RelyX UNICEM - em água destilada/controle.

- DENTE 1 – AMOSTRA 5

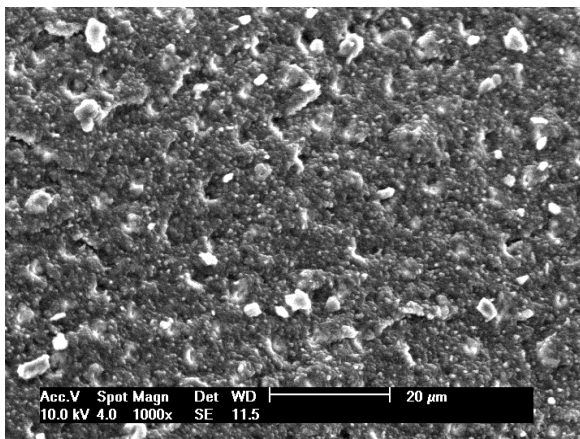


Figura 82 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX UNICEM em água destilada. Observa-se falha sugestiva mista no cimento resinoso e na interface adesiva.

- DENTE 3 – AMOSTRA 21

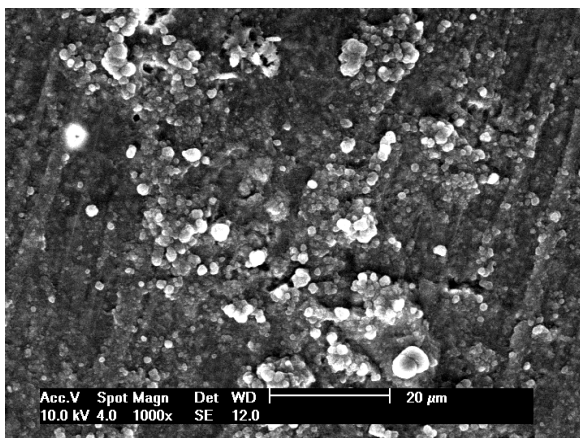


Figura 83 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX UNICEM em água destilada. Observa-se falha sugestiva mista no cimento resinoso e na interface adesiva.

6. Fotomicrografias do grupo G4 - RelyX UNICEM - em refrigerante.

- DENTE 1 – AMOSTRA 3b

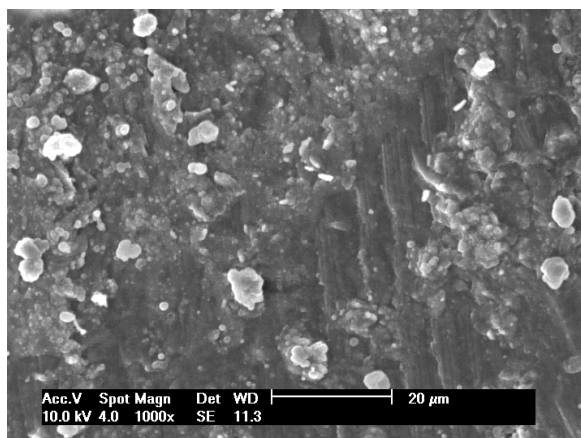


Figura 84 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX UNICEM em refrigerante. Observa-se falha sugestiva mista.

- DENTE 4 – AMOSTRA 6b

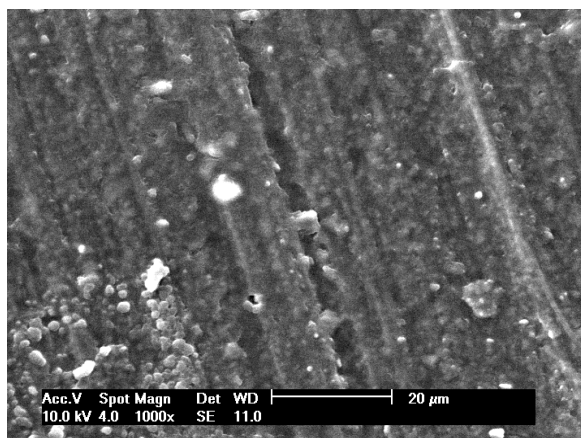


Figura 85 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX UNICEM em refrigerante. Observa-se falha sugestiva adesiva.

7. Fotomicrografias do grupo G6 - RelyX UNICEM - em iogurte.

- DENTE 2 – AMOSTRA 9b

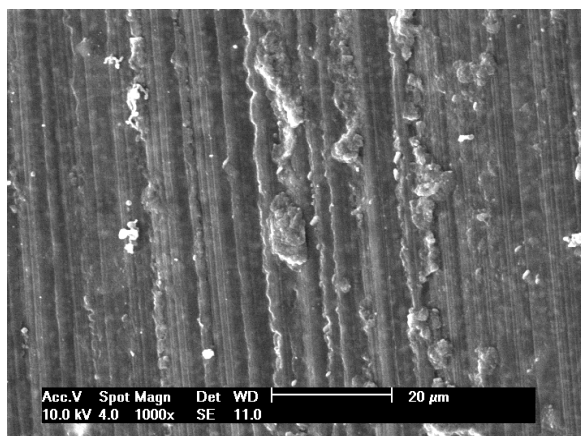


Figura 86 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX UNICEM em vinho. Observa-se falha sugestiva adesiva.

- DENTE 3 – AMOSTRA 1b

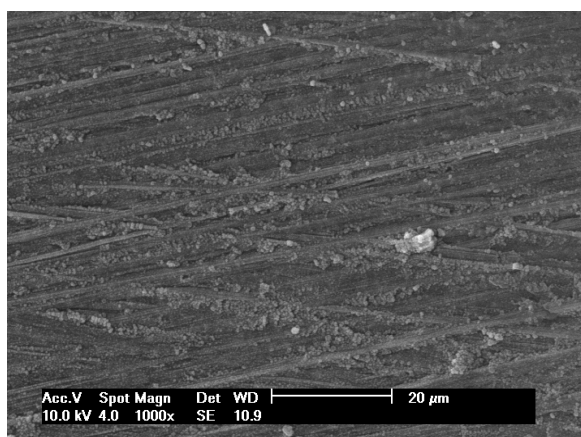


Figura 87 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX UNICEM em vinho. Observa-se falha sugestiva adesiva.

## 8. Fotomicrografias do grupo G8 - RelyX UNICEM - em vinho.

- DENTE 2 – AMOSTRA 6

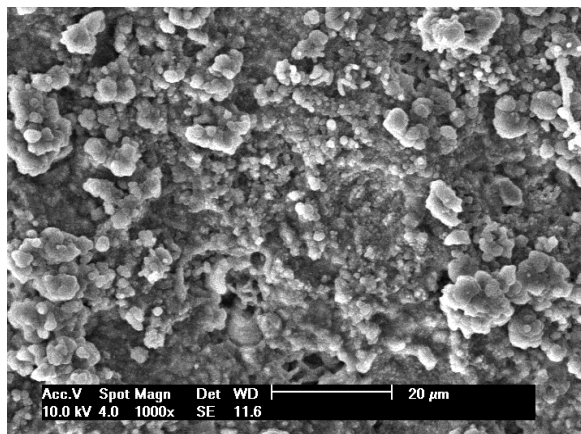


Figura 88 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX UNICEM em vinho. Observa-se falha sugestiva coesiva no cimento resinoso.

- DENTE 3 – AMOSTRA 2

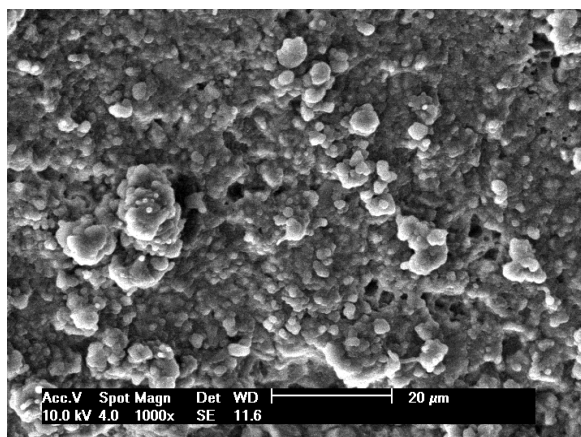


Figura 89 - Fotomicrografia da superfície fraturada (aumento de 1000X) da amostra obtida com RelyX UNICEM em vinho. Observa-se falha sugestiva coesiva no cimento resinoso.

## APÊNDICE H – Análise estatística

**Testes:** Análise de variância dois fatores e teste de Tukey, com  $p < 0,05$ .

### 1. Resultado da ANOVA dois fatores:

Efeitos da variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	Valor F	Valor p
Armazenagem	2612,2	3	870,7	33,808	0,000000
Cimento	28569,0	1	28569,0	1109,269	0,000000
Armazenagem Cimento	1563,5	3	521,2	20,235	0,000000
Resíduo	14680,2	570	25,8		

Quadro 1 – ANOVA dois fatores.

### 2. Resultado do Teste de Tukey, em nível de $\alpha < 0,005$ :

	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
G1	0,000032	0,000056	0,000032	0,999762	0,000032	0,000032	0,000032
G2		0,000032	0,000032	0,000032	0,000032	0,000032	0,000033
G3			0,000032	0,000073	0,000032	0,537965	0,000032
G4				0,000032	0,975912	0,000032	0,213713
G5					0,000032	0,000032	0,000032
G6						0,000032	0,011353
G7							0,000032

Quadro 2 - Comparação individual entre os grupos realizada por intermédio do teste de Tukey, em nível de  $\alpha < 0,05$ , apresentando valores de p.

G1 = RelyX ARC em água destilada.

G2 = RelyX UNICEM em água destilada.

G3 = RelyX ARC em refrigerante.

G4 = RelyX UNICEM em refrigerante.

G5 = RelyX ARC em iogurte.

G6 = RelyX UNICEM em iogurte.

G7 = RelyX ARC em vinho.

G8 = RelyX UNICEM em vinho.

### 3. Valores médios da resistência de união à dentina e desvio padrão:

Tabela 37 - Valores médios (MPa) da resistência de união à dentina, sob ensaio de microtração, dos cimentos resinosos testados nas distintas soluções ácidas.

Soluções	Cimentos Resinosos			
	RelyX ARC		RelyX UNICEM	
	Média (DP*)	n	Média (DP*)	n
Água destilada	28,55 (9,04) Aa	61	16,43 (2,68) Ab	70
Refrigerante	24,20 (8,29) Ba	70	9,79 (2,05) BCb	69
logurte	28,14 (5,34) Aa	83	8,94 (1,90) Cb	71
Vinho	22,59 (3,96) Ba	78	11,87 (2,40) Bb	76

Valores médios seguidos por letras maiúsculas distintas em uma mesma coluna ou letras minúsculas distintas em uma mesma linha são estatisticamente diferentes pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). DP\* = desvio padrão (entre parênteses). n = número de amostras.

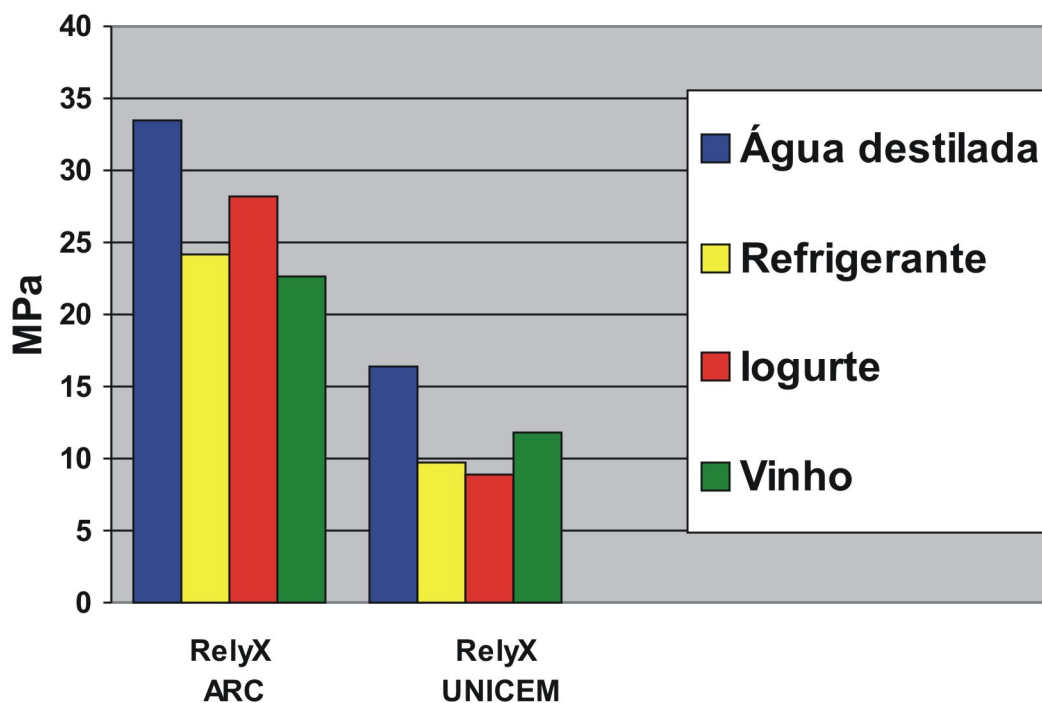


Figura 90 - Representação gráfica dos valores médios de resistência de união à dentina (MPa) dos dois cimentos resinosos em função dos diferentes meios de armazenagem. \* Para avaliar as diferenças estatísticas ver Tabela 37.



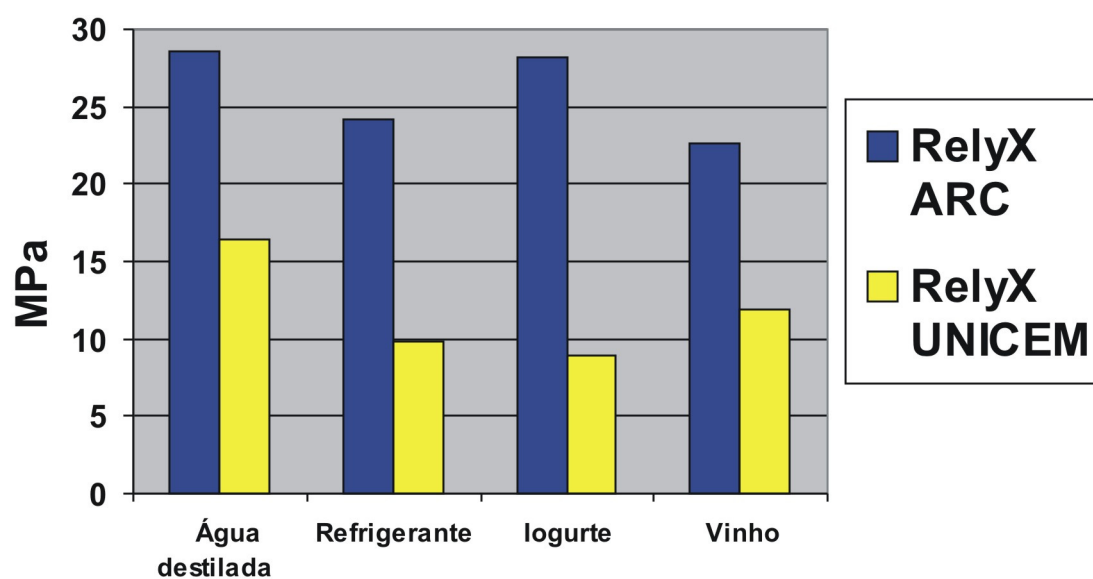


Figura 91 - Representação gráfica dos valores médios de resistência de união à dentina (MPa) dos diferentes meios de armazenagem em função dos dois cimentos.

\* Para avaliar as diferenças estatísticas ver Tabela 37.

## APÊNDICE I - Produção científica durante o mestrado

### 1. Produção Bibliográfica

#### 1.1 Resumos simples em anais de eventos ou publicados em periódicos

MATTOS, E. C. G.; SANDER, R. F.; ROSÁRIO, H. D. e GUEDES, L. L. S. Considerações sobre as propriedades mecânicas da resina de acetato para grampos de próteses parciais removíveis. In: Congresso Internacional de Odontologia de Santa Catarina, 3, 2006, Florianópolis, SC. Anais eletrônicos do III CIOSC, 2006.

SANDER, R. F.; PRATES, L. H. M.; CHAIN, M. C.; ROSÁRIO, H. D.; GUEDES, L. L. S. e CALVO, M. C. M. Resistência de união à dentina de cimentos resinosos autocondicionantes. In: Reunião da SBPqO, 24., 2007, Atibaia, SP. Anais... Brazilian Oral Research, 2007. v. 21, p. 315.

SANDER, R. F.; MATTOS, E. C. G.; GUEDES, L. L. S. e ROSÁRIO, H. D. Propriedades das cerâmicas odontológicas: conhecer para saber escolher. In: Congresso Internacional de Odontologia de Santa Catarina, 3, 2006, Florianópolis, SC. Anais eletrônicos do III CIOSC, 2006.

ROSÁRIO, H. D.; SANDER, R. F.; GUEDES, L. L. S. e MATTOS, E. C. G. Cimentos resinosos autocondicionantes e auto-adesivos: considerações teóricas e clínicas sobre a nova tendência da odontologia restauradora. In: Congresso Internacional de Odontologia de Santa Catarina, 3, 2006, Florianópolis, SC. Anais eletrônicos do III CIOSC, 2006.

#### 1.2 Artigos completos publicados em periódicos

GUEDES, L. L. S.; MATTOS, E. C. G. de; ZANI, I. M.; PRATES, L. H. M. e CHAIN, M. C. Avaliação das Propriedades Mecânicas de Cimentos Resinosos Convencionais e Autocondicionantes. **Revista de Odontologia da UNESP**, Araraquara, SP, v. 37, n. 1, p. 85-89, 2008.

## ANEXOS

## ANEXO A – Parecer do comitê de ética da UFSC



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS-CEP  
PARECER CONSUBSTANCIADO - **PROJETO Nº 188/07**

**I – Identificação:**

Título do Projeto: AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO POR ENSAIO DE MICROTRAÇÃO DE CIMENTO RESINOSO CONVENCIONAL E AUTOCONDICIONANTE APÓS ARMAZENAGEM EM SOLUÇÕES QUE SIMULAM A DIETA ALIMENTAR.

Pesquisador Responsável: Profº Izo Milton Zani (Departamento de Estomatologia/CCS).

Pesquisador Principal: Lucianne Lucio e Silva Guedes (Mestrado em Odontologia).

Data Coleta dados: março 2007 a fevereiro 2008 (resumo) ou **novembro 2007** (projeto).

Local onde a pesquisa será conduzida: Laboratório de Pesquisas da Pós-Graduação em Odontologia/CCS/UFSC.

Data de apresentação ao CEP: Julho de 2007.

**II - Objetivos:**

Geral: Avaliar a resistência de união, por ensaio de microtração, de um cimento resinoso dual convencional e um cimento resinoso autocondicionante após armazenamento, de uma semana, em distintas soluções que participam da dieta alimentar.

Específicos:

- Avaliar a resistência de união à dentina, por ensaio de microtração, de um cimento resinoso de cura dual convencional;
- Avaliar a resistência de união à dentina, por ensaio de microtração, de um cimento resinoso autocondicionante;
- Avaliar a resistência de união à dentina do cimento resinoso de cura dual convencional após a imersão em bebidas com diferentes valores de pH que fazem parte da dieta alimentar;
- Avaliar a resistência de união à dentina do um cimento resinoso autocondicionante após a imersão em bebidas com diferentes valores de pH que fazem parte da dieta alimentar;
- Comparar a resistência de união entre a dentina e os cimentos resinosos de cura dual convencional e autocondicionante após a imersão em soluções (distintos valores de pH) com a solução controle de água destilada.

**III - Sumário do Projeto**

Pesquisa *in vitro* que utilizará **50 dentes (no projeto) ou 32 terceiros molares (no resumo)**, extraídos por motivos alheios à pesquisa. Serão divididos em 4 grupos de 4 dentes para cada tipo de cimento resinoso, já disponível no comércio, e submetido à testes de resistência de união por ensaio de microtração. Todos os materiais e procedimentos estão descritos no projeto, porém a forma de obtenção dos dentes e informações aos doadores não foram citadas e aparecem apenas no resumo. A análise estatística está citada no projeto como análise de variância por ANOVA e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**IV - Comentário**

O projeto foi apresentado de forma simplificada, com 3 páginas de revisão de literatura, porém sem a motivação e justificativa para sua realização. O estudo é de caráter quantitativo e

não envolve seres humanos, apenas seus órgãos dentais extraídos para outras finalidades e doados à pesquisadora principal. Seus benefícios, citados apenas no resumo, referem-se à comprovação de qualidade dos materiais utilizados em restaurações e novas informações para os profissionais e comunidade científica. Os riscos para os participantes estão relacionados à extração do dente, mas sem ligação direta com a pesquisa e não foram previstos. O orçamento apresentado não informa os custos, apenas lista os materiais. Sugere-se que a pesquisadora principal complete e atualize as informações de seu currículo lattes.

O TCLE poderá ser substituído por uma carta de doação. Ambos, porém, deverão ser redigidos de forma clara e inteligível para pessoas leigas, com espaçamento e caracteres maiores para facilitar a leitura. Deverá, também, ser proposto um modelo para pais ou responsáveis caso o doador seja menor de idade.

Apesar dos problemas já citados, os relatores propõem a sua aprovação, uma vez que não estarão ferindo os princípios bioéticos e a Resolução CNS/196/96.

Aproveitamos a oportunidade para solicitar ao pesquisador responsável e demais pesquisadores do Departamento de Estomatologia e Programa de Pós-Graduação em Odontologia que reforce a necessidade de implementar a criação de um Banco de Dentes, que poderá ser feito através de apresentação de projeto a este comitê. Esta providência tornaria desnecessário o encaminhamento de projetos de pesquisas *in vitro* para análise pelo comitê de ética, facilitando sua tramitação.

**V – Parecer CEP:**

**( X ) aprovado**

**Informamos que o parecer dos relatores foi aprovado por unanimidade, em reunião deste Comitê na data de 30 de Julho de 2007.**



**Prof. Washington Portela de Souza**

Coordenador - CEP

Fonte: CONEP/ANVS - Resoluções 196/96 e 251/97 do CNS.

## ANEXO B – Termo de consentimento livre e esclarecido.

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECICO**

**Título do Projeto de Pesquisa:** Avaliação da resistência de união por ensaio de microtração de cimento resinoso convencional e autocondicionante após armazenagem em soluções que simulam a dieta alimentar.

**Pesquisador(a) Responsável:** Lucianne Lucio e Silva Guedes

Este projeto de pesquisa tem por objetivo avaliar a resistência de união à dentina de dois cimentos resinosos de cura dual, um convencional e outro autocondicionante, ou seja, verificar se esses dois tipos de cimentos são capazes de fixar “colar” efetivamente as peças protéticas “coroas” no dente. E também, observar a influência que as soluções que fazem parte da dieta alimentar possam exercer nesta união.

Para tanto será necessário à obtenção de dentes extraídos para testar tais cimentos. Durante a execução do projeto não haverá risco algum ao paciente, pois serão adquiridos dentes que serão extraídos por absoluta necessidade do tratamento instituído e não devido à realização da pesquisa em questão.

O paciente não receberá gratificação pela doação do seu(s) dente(s), porque a finalidade da extração do dente é o seu próprio benefício.

Após ler e receber explicações sobre a pesquisa, e ter seus direitos de:

1. Receber respostas a qualquer pergunta e esclarecimento sobre os procedimentos, riscos, benefícios e alguns outros relacionados à pesquisa a qualquer tempo.

2. Retirar o consentimento a qualquer momento da pesquisa e deixar de participar do estudo.

3. Não ser identificado e ser mantido em caráter confidencial e sigiloso das informações relacionadas à privacidade.

4. Procurar esclarecimentos no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina através do telefone (48) 3721-8328 ou 3721-9206 ou no endereço: Pró-reitoria de Pesquisa - Campus Universitário - Trindade - Caixa Postal 476 - CEP: 88040-900 - Florianópolis - SC ou com a pesquisadora Lucianne Lucio e Silva Guedes pelo telefone (48) 3244-2697 ou 9969-7703, ou ainda, em caso de dúvidas ou notificação de acontecimentos não previstos. Declaro estar ciente do exposto e desejo participar do projeto.

Florianópolis, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2007.

Nome Sujeito Pesquisa e/ou Responsável (**menores e ou incapacitados**)

Telefone Sujeito Pesquisa e/ou Responsável \_\_\_\_\_

Assinatura

Eu, Lucianne Lucio e Silva Guedes, declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa ao participante e/ou responsável. Telefone pesquisadora: (48) 3244-1697 ou (48) 9969-7703.

## ANEXO C – Termo de doação do órgão dental.

**TERMO DE DOAÇÃO DO ÓRGÃO DENTAL**

Estudo: “**Avaliação da resistência de união por ensaio de microtração de cimento resinoso convencional e autocondicionante após armazenagem em soluções que simulam a dieta alimentar**”.

Eu, \_\_\_\_\_, confirmo que a pesquisadora principal desta pesquisa Lucianne Lucio e Silva Guedes discutiu este estudo comigo. Eu entendi que:

a) o objetivo desta pesquisa será avaliar a resistência de união à dentina de dois cimentos resinosos de cura dual, um convencional e outro autocondicionante, ou seja, verificar se esses dois tipos de cimentos são capazes de fixar “colar” efetivamente as peças protéticas “coroas” no dente. E também, observar a influência que as soluções que fazem parte da dieta alimentar possam exercer nesta união, mediante testes laboratoriais.

b) minha participação será a doação de meu(s) dente(s) terceiros molares com indicação de exodontia (extração) por absoluta necessidade do tratamento instituído e não devido à realização da pesquisa em questão e por não serem mais úteis à minha pessoa. Esta doação será de livre e de espontânea vontade, sendo os dentes doados utilizados única e exclusivamente em testes laboratoriais para a investigação de possíveis alterações no nível da dentina após a realização de cimentação resinosa. Estou ciente de que não haverá nenhum tipo de risco à minha pessoa;

c) caso não queira fazer a doação de meus dentes, não serei obrigado a fazê-lo. Se o fizer, estou ciente que não receberei nenhuma e qualquer gratificação pela doação do meu(s) dente(s), porque a finalidade da exodontia (extração) do dente é em meu próprio benefício. E que toda informação obtida neste estudo será confidencial e eu não serei identificado por meu nome em qualquer publicação científica referente a este estudo;

d) caso tenha qualquer tipo de dúvida ou preocupação, poderei manter contato com esta pesquisadora pelos telefones (48) 3244-1697 ou (48) 9969-7703; ou ainda esclarecimentos no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina através do telefone (48) 3721-8328 ou 3721-9206 ou no endereço: Pró-reitoria de Pesquisa - Campus Universitário - Trindade - Caixa Postal 476 - CEP: 88040-900 - Florianópolis – SC;

e) nestes termos, concordo em participar desta pesquisa.

Nome Participante: \_\_\_\_\_

Assinatura Participante: \_\_\_\_\_

Nome Testemunha: \_\_\_\_\_

Assinatura Testemunha: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Pesquisadora: Lucianne Lucio e Silva Guedes

Assinatura Pesquisadora: \_\_\_\_\_

Florianópolis, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2007.

ANEXO D – Declaração de sigilo de dados coletados na pesquisa.



## DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que os dados coletados na pesquisa intitulada **“Avaliação da resistência de união por ensaio de microtração de cimento resinoso convencional e autocondicionante após armazenagem em soluções que simulam a dieta alimentar”** serão arquivados. Em papéis, disquetes e no computador pessoal da pesquisadora principal, Lucianne Lucio e Silva Guedes, sob posse e supervisão desta, e serão utilizados tão somente para fins de publicações, em revistas indexadas nacional e/ou internacionalmente.

Florianópolis, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2007.

---

Prof. Dr. Izo Milton Zani  
Orientador do projeto

---

Prof. Dr. Luiz Henrique Maykot Prates  
Co-orientador do projeto



## ANEXO E – Metodologia estendida.

### 1. MATERIAIS E MÉTODO

Para realização desta pesquisa foram empregados materiais que constam relacionados (Tabela 1), e, para facilitar o entendimento, os procedimentos laboratoriais foram divididos em etapas, descritas a seguir:

- 1.1 Seleção dos pacientes;
- 1.2 Escolha, limpeza e acondicionamento dos dentes;
- 1.3 Preparo dos dentes;
  - 1.3.1 Embutimento;
  - 1.3.2 Corte da porção oclusal;
  - 1.3.3 Lixamento da porção oclusal;
  - 1.3.4 Distribuição em grupos;
  - 1.3.5 Condicionamento ácido, aplicação do sistema adesivo na porção oclusal e simulação da “coroa” (restauração c/ cimento resinoso + resina composta);
  - 1.3.6 Corte da porção radicular;
  - 1.3.7 Esvaziamento e preenchimento da câmara pulpar com resina composta;
- 1.4 Obtenção das amostras (palitos);
  - 1.4.1 Corte para obtenção das amostras;
  - 1.4.2 Avaliação da qualidade das amostras;
  - 1.4.3 Armazenamento em diferentes soluções;
  - 1.4.4 Mensuração da área da secção transversal de cada amostra;
- 1.5 Teste de microtração propriamente dito;
  - 1.5.1 Colagem dos palitos no dispositivo de Geraldeli;
  - 1.5.2 Fratura na máquina de testes;
  - 1.5.3 Obtenção dos resultados;
- 1.6 Observação das fraturas em MEV;
  - 1.6.1 Preparo das amostras para observação em MEV;
  - 1.6.2 Obtenção das fotomicrografias em MEV;
- 1.7 Análise estatística.

### 1.1 Seleção dos pacientes;

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de Santa Catarina (ANEXO A), 32 voluntários receberam esclarecimentos sobre a presente pesquisa, e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO B) atendendo à Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde (Brasília, DF, Brasil). Foram selecionados voluntários maiores de 18 anos, de ambos os sexos, sem distinção de cor e etnia, com indicação de extração de terceiros molares por motivos alheios à pesquisa. Depois do projeto de pesquisa ter sido detalhadamente explicado a todos os voluntários, os mesmos assinaram um Termo de Doação do Órgão Dental (ANEXO C) para a pesquisa, em que o pesquisador se comprometeu a utilizar os dados coletados exclusivamente em trabalhos científicos (ANEXO D).

### 1.2 Escolha, limpeza e acondicionamento dos dentes;

Os terceiros molares foram selecionados por intermédio dos seguintes parâmetros: isenção de cárie, trincas, fraturas, anomalias de desenvolvimento e sinais de doença periodontal. Imediatamente após a extração, os dentes foram envoltos em gaze embebida em solução fisiológica a 0,9% (Ind. Farmacêutica Basa Ltda., Caxias do Sul, RS, Brasil). Cada paciente recebeu acompanhamento após a realização do procedimento cirúrgico e, subseqüentemente, todos continuaram a ser atendidos pelos cirurgiões-dentistas para finalização do tratamento.

Imediatamente após a extração dental e dispensa do paciente, os dentes foram limpos (Fig. 1) e o tecido periodontal presente devidamente removido com curetas de Gracey para molares: 9/10 (para região vestibular e lingual), 15/16 (para região mesial) e 17/18 (para região distal) (Hu-Friedy, Chicago, IL, USA). Os dentes foram individualmente armazenados em solução aquosa de timol a 0,5% (SESI Farmácia de Manipulação, Florianópolis, SC, Brasil), em recipientes de vidro hermeticamente fechados, externamente identificados com as iniciais do nome do paciente e data do procedimento cirúrgico, por um período não superior a 60 dias antes do início dos procedimentos experimentais.

### 1.3 Preparo dos dentes;

#### 1.3.1 Embutimento;

Cada elemento dental (Fig. 2) teve parte de sua porção radicular incluída em resina acrílica (pó/líquido) quimicamente ativada (Jet Clássico, São Paulo, SP, Brasil) contida em tubos de PVC (Tigre S/A Tubos e Conexões, Joinville, SC, Brasil) (Fig. 3) com dimensões de 2,3 de diâmetro por 1,7 cm de altura. A inclusão/embutimento da raiz de cada dente nesses cilindros foi padronizada em 4,0 a 5,0 mm abaixo da junção amelocementária, sendo, para isso, previamente demarcado com auxílio de régua milimetrada e caneta para retroprojeto (Faber-Castell do Brasil, São Carlos, SP, Brasil) (Fig. 4), para estabelecer o nível de embutimento da raiz. Além de promover espaço para o corte da porção radicular que ocorreu posteriormente. A inclusão (Fig. 5 e 6), também, facilitou a apreensão dos dentes durante os cortes da porção oclusal, assim como, do lixamento para expor a dentina, e corte da porção radicular. Todos os conjuntos (dente/tubo de PVC) foram armazenados em recipientes plásticos, fechados e mantidos imersos em água destilada em uma estufa biológica (Estufa Biológica Quimis, modelo Q.316B.24, Quimis Aparelhos Científicos Ltda., Diadema, SP, Brasil) a 37°C, para reduzir o risco de desidratação dental e reproduzir o ambiente úmido e temperatura da cavidade oral.

OBS. Inicialmente todos os dentes foram imersos em água destilada e após obtenção dos corpos-de-prova (palitos), estes foram imersos em diferentes soluções, conforme os grupos a que pertenciam.

#### 1.3.2 Corte da porção oclusal;

Depois de 24h do embutimento das raízes dos terceiros molares, cada conjunto (dente/tubo PVC) foi fixado ao dispositivo de localização da máquina de cortes (Fig. 7 e 8), a fixação foi realizada por meio de parafuso, localizado no braço do aparelho. De modo que o longo eixo dental ficasse perpendicular à lâmina do disco diamantado da máquina de cortes (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) (Fig. 9 e 10), sendo removida a porção oclusal, de modo a eliminar todo o esmalte

do centro da citada superfície (Fig. 11 e 12), utilizando-se, para isso, uma velocidade de 100 rpm. Em seguida, cada conjunto (dente/tubo PVC) voltou a ser imerso em água destilada e acondicionado em estufa biológica a 37°C, por 24 horas.

O dispositivo de localização da máquina de cortes consiste de duas peças, móveis, em forma de poliedro de seis faces (hexaedro), em alumínio, unidas por dois parafusos que regulam a altura do vão central. A peça maior (base) com 4,0 x 2,5 x 1,3 cm de largura, altura e espessura, respectivamente, e a peça menor (topo) com 4,0 x 1,0 x 1,3 cm de largura, altura e espessura, respectivamente. Essa última possui na face interna uma canaleta em forma de “V” invertido, que possibilita o encaixe do embutimento. A base apresenta orifícios na face posterior que permitem sua fixação, por intermédio de parafusos, ao braço da máquina de cortes (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA). Assim sendo, foi possível posicionar a face frontal do dispositivo de localização, e conseqüentemente a peça embutida, paralelamente à lâmina do disco (disco diamantado de dupla face, 102 de diâmetro x 0,3 mm de espessura, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) da máquina de cortes, para que ocorressem os cortes.

#### 1.3.3 Lixamento da porção oclusal;

Na seqüência a superfície oclusal exposta foi desgastada em uma politriz (Panambra Struers, DP-10, Panambra, São Paulo, Brasil) (Fig. 13 e 14), sob refrigeração com água, utilizando-se lixas de carbetto de silício (SiC) nº 600, por 40 s, de modo a padronizar e simular a smear layer. Para uniformização do desgaste o conjunto embutido foi dividido em quatro quadrantes, ou seja, quatro direções, sendo realizado o desgaste por 10 s em cada quadrante. Durante os intervalos de manuseio os conjuntos ficaram armazenados em água destilada, a 37°C.

#### 1.3.4 Distribuição em grupos;

Os 32 dentes (embutidos) foram, inicial e aleatoriamente, distribuídos em 8 grupos de 4 dentes cada um (Tabela 2), que, após os cortes seriais, forneceram os corpos-de-prova, em número total de 578 palitos [G1(61); G3 (70); G5 (83); G7 (78);

G2 (70); G4 (69); G6 (71) e G8 (76) para cada grupo]. Sendo os mesmos submetidos ao armazenamento em distintas soluções que compõem a dieta alimentar (vinho, refrigerante a base de cola e iogurte) e ao teste de microtração propriamente dito.

1.3.5 Condicionamento ácido, aplicação do sistema adesivo na porção oclusal e simulação da “coroa” (restauração c/ cimento resinoso + resina composta);

Após a distribuição dos conjuntos, a face oclusal dos dentes dos grupos G1, G3, G5 e G7 foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% (Cond AC 37, FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil, Lote F/L 25 OUT 06) (Fig. 15 e 16), por 15 s, lavadas com spray ar/água por 15 s e secas com bolinhas de algodão por 2 a 5 s, a fim de se obter uma superfície dentinária levemente umedecida por água. Com auxílio de um aplicador descartável (Microbrush Plus Dispenser Series, Microbrush Internacional, Grafton, WI, USA) foi aplicado o adesivo (Adper Single Bond, 3M ESPE, Irvine, CA, USA, Lote 7KJ) (Fig. 17 e 18) sobre a dentina e o esmalte condicionados. A aplicação foi realizada em duas camadas, sendo, após o refinamento, com jato de ar indireto por 2 a 5 s, realizada a fotoativação, por 10 s, com a unidade fotoativadora (LED - Diodo Emissor de Luz - modelo Radii, SDI Limited, Bayswater, Victoria, AU) (Fig. 19 e 20), com intensidade de luz de 400 mW/cm<sup>2</sup> mensurada previamente por meio de um radiômetro (Demetron LED 910726, Kerr Corporation, Orange, CA, EUA) (Fig. 21). Na sequência, foram aplicados na superfície quatro incrementos de cimento resinoso convencional de dupla ativação (RelyX ARC, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA, Lote GCHC) (Fig. 22 e 23), com no máximo 1 mm de espessura cada um, totalizando 4 mm, sendo a fotoativação de cada camada realizada por 40 s, com a mesma unidade fotoativadora. A manipulação do cimento resinoso convencional seguiu a recomendação do fabricante. Um quinto incremento, de resina composta (Opallis, FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, BR, Lote 27ABR06) (Fig. 24 e 25), foi acrescentado à superfície do agente cimentante, de modo a formar uma “coroa” e, assim, conseguir uma superfície plana e perpendicular ao longo eixo do dente, com altura suficiente para obtenção dos corpos-de-prova (palitos).

Para os grupos G2, G4, G6 e G8, a face oclusal dos dentes não foi submetida ao condicionamento ácido e nem aplicação do sistema adesivo, uma vez que

recebeu aplicação do cimento resinoso autocondicionante. As faces oclusais somente foram lixadas com auxílio da politriz, conforme descrito anteriormente. Essas superfícies foram lavadas por 15 s com spray ar/água e secas com bolinhas de algodão por 2 a 5 s, a fim de se obter uma área dentinária levemente umedecida por água. Na seqüência, foram aplicados na superfície dental quatro incrementos de cimento resinoso autocondicionante de dupla ativação (RelyX UNICEM, 3M ESPE, Seefeld, Bavaria, DEU, Lote 286408) (Fig. 26), com no máximo 1 mm de espessura cada um, totalizando 4 mm, sendo a fotoativação de cada camada realizada por 20 s, com a mesma unidade fotoativadora. A aglutinação do cimento resinoso autocondicionante foi realizada com auxílio de “ativador” de cápsula (Fig. 27), amalgamador (Ultramat 2, SDI Limited, Bayswater, Victoria, AU) (Fig. 28), e “aplicador” do cimento (Fig. 29), aparatos específicos, conforme recomendação do fabricante. Um quinto incremento, de resina composta (Opallis, FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, BR, Lote 27ABR06), foi acrescentado à superfície do agente cimentante, de modo a formar uma “coroa” (Fig. 30 e 31) e, assim, conseguir uma superfície plana e perpendicular ao longo eixo do dente, com altura suficiente para obtenção dos corpos-de-prova (palitos). A aplicação do sistema adesivo, dos cimentos resinosos e da resina composta foi realizada conforme recomendações dos fabricantes.

#### 1.3.6 Corte da porção radicular

Após a realização da “restauração” (simulando uma “coroa”) com os cimentos resinosos, convencional e autocondicionante, e armazenamento por 24 h em água destilada a 37°C, cada um dos 32 dentes (conjunto embutido) foi novamente posicionado no dispositivo de localização na máquina de cortes, numa velocidade de 100 rpm, para remoção da porção radicular embutida em resina acrílica (Fig. 32). O corte foi realizado 4 a 5 mm abaixo do limite amelodentinário, previamente demarcado com auxílio de uma régua milimetrada e caneta para retroprojektor. Essa porção foi descartada, restando, tão somente, a porção coronal restaurada com os cimentos e resina composta, que será utilizada na seqüência (Fig. 33).

#### 1.3.7 Esvaziamento e preenchimento da câmara pulpar com resina composta;

A região correspondente à câmara pulpar foi esvaziada, limpa e preenchida com resina composta (Opallis, FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, BR, Lote 27ABR06), para propiciar a obtenção das amostras (palitos). Assim sendo, a câmara pulpar de cada dente foi acessada pela superfície cervical obtida após o corte da raiz, utilizando-se uma ponta de aço-tungstênio esférica lisa nº 3 (Wilcos do Brasil Ind. e Com. Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) em alta rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil). A câmara pulpar foi esvaziada com escavador nº 20 (Golgran Ind. e Com. de Instrumental Odontológico Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil) e sonda exploradora (Golgran Ind. e Com. de Instrumental Odontológico Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil) (Fig. 34). Após a limpeza dos resíduos de tecido pulpar, a região foi condicionada com ácido fosfórico a 37% (Fig. 35) (Cond AC 37, FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil, Lote F/L 25 Out 06), por 15 s, e enxaguada com spray de ar/água, por 15 s, e seca por 2 a 5 s. Com o auxílio de um aplicador descartável (Microbrush Plus Dispenser Series, Microbrush Internacional, Grafton, WI, USA) foram aplicadas duas camadas consecutivas de adesivo (Adper Single Bond, 3M ESPE, Irvine, CA, USA, Lote 7KJ) (Fig. 36), sendo, após o refinamento, com jato de ar indireto por 2 a 5 s, foi realizada a fotoativação, por 10 s, com a mesma unidade fotoativadora. Após aplicação do sistema adesivo no interior da câmara pulpar, a mesma foi totalmente preenchida com resina composta (Opallis, FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, BR, Lote 27ABR06) em vários incrementos de no máximo 2 mm de espessura cada um (Fig. 37). Com o preenchimento da câmara pulpar torna-se possível a obtenção dos da região correspondente ao teto da câmara pulpar (Fig. 38).

#### 1.4 Obtenção das amostras (palitos);

##### 1.4.1 Corte para obtenção das amostras;

Cada “coroa” dental, separadamente, foi fixada com godiva de baixa fusão (Fig. 39 e 40) (Godiva Exata, DFL Indústria e Comércio S.A., Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Lote 06111600) no dispositivo para corte seriado, com a face de corte da raiz (cervical) voltada para o aparato. A obtenção dos corpos-de-prova em forma de palitos foi realizada de modo similar a estudos anteriormente descritos (GHASSEMIEH et al., 2007; BETAMAR, CARDEW e VAN NOORT, 2007). Na face

de corte, oclusal da “coroa” dental, foi aplicada uma camada de cera pegajosa (Newwax, Technew Com. Ind. Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Lote 06003) (Fig. 41), para evitar que as fatias (palitos), ao final do corte seriado, se soltassem. Por sua vez, o conjunto foi, em seguida, fixado ao braço da máquina de cortes, por intermédio de parafuso, para realização dos cortes em velocidade de 100 rpm (SADEK et al., 2005).

O dispositivo para corte seriado (para obtenção dos palitos) consiste de uma peça de alumínio em forma de “L” (Fig. 42, 43, 44, 45), medindo 4,2 de altura, 4,2 de largura e 1,3 cm de espessura. As faces latero-laterais, direita, esquerda, superior e inferior, apresentam orifícios para fixação, por meio de parafusos, ao braço da máquina de cortes (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA). Na face frontal o dispositivo possui uma área, em baixo relevo, com 1,5 de largura, 3,0 de altura e 0,4 cm de profundidade, que corresponde ao local de fixação da amostra. O dispositivo com a coroa fixada e acoplada à máquina de cortes por meio de parafusos permite posicionar a amostra paralelamente à lâmina do disco de corte e paralelamente à interface adesiva.

Os cortes foram executados serialmente da seguinte maneira:

1. A coroa dental foi posicionada rente à lâmina de corte, com a face vestibular voltada para o disco. Neste momento, o mostrador de posicionamento da máquina de cortes foi zerado (Fig. 46 e 47);
2. O conjunto coroa dental/dispositivo de corte foi deslocado para a direita (Fig. 48 e 49) e a dimensão vestíbulo-lingual da coroa foi registrada no mostrador;
3. Na seqüência, foram executados os cortes no sentido méso-distal, deixando-se estrutura de coroa suficiente para obtenção das fatias em torno de 1,0 mm. Considerando-se a espessura da lâmina de corte (0,3 mm), foram necessários 1,3 mm de estrutura dental, no sentido vestíbulo-lingual, para a obtenção das fatias (Fig. 50);
4. Procederam-se os cortes, considerando-se a espessura da lâmina de corte (0,3 mm) (Fig. 51);
5. Removeu-se o dispositivo da máquina de cortes, juntamente com o conjunto coroa dental, e acrescentou-se na face oclusal outra camada de aproximadamente 2



a 3 mm de cera pegajosa. Esse procedimento foi realizado para evitar que parte da amostra fatiada sofresse deslocamento ou fratura (Fig. 52);

6. Reposicionou-se o dispositivo na máquina de cortes, juntamente com o conjunto coroa dental e o mencionado acréscimo da camada de cera;

7. O conjunto coroa dental/dispositivo foi reposicionado, girando-se 90° no sentido anti-horário. A coroa ficou com a face proximal mesial voltada para a lâmina de corte (Fig. 53 e 54) e o mostrador de posicionamento da máquina de cortes foi novamente zerado;

8. O conjunto coroa dental/dispositivo foi deslocado para a direita (Fig. 55 e 56) e a dimensão méso-distal da coroa foi registrada no mostrador da máquina de cortes;

9. Cortes seqüenciais, distantes 1,3 mm entre si, foram executados no sentido vestibulo-lingual para obtenção das fatias de modo similar ao item 3 (Fig. 57);

Os cortes perpendiculares foram realizados para obtenção dos palitos com dimensões aproximadas de 1,0 mm<sup>2</sup> de secção transversal quadrangular (FRANKENBERGER et al., 2001) (Fig. 58);

10. Na seqüência procedeu-se a separação dos palitos, com auxílio de ponta diamantada tipo slice nº 3203 (Kgsorensen Ind. e Com. Ltda., Barueri, SP, Brasil, Lote 0990/0406) (Fig. 59, 60 e 61);

11. Os filetes, em número variado por dente, foram coletados em recipiente plástico contendo água destilada e as respectivas soluções ácidas, sendo acondicionadas em estufa biológica a 37°C, por uma semana, para posterior mensuração dos mesmos. Os filetes das faces extremas (vestibular, lingual, mesial e distal) foram descartados, de modo a uniformizar as amostras a nível de tecido dentinário (Fig. 62 e 63).

#### 1.4.2 Avaliação da qualidade das amostras;

Para examinar a qualidade das amostras (palitos) a serem submetidas ao teste de microtração, foi utilizada uma lupa estereoscópica com aumento de 20x (Carl Zeiss, Oberkochen, DEU). Os palitos avaliados e com suspeita de qualquer falha adesiva ou, eventualmente, fora dos padrões preestabelecidos foram descartados.

#### 1.4.3 Armazenamento em diferentes soluções;

As amostras dos grupos controles, G1 (cimento resinoso convencional) e G2 (cimento resinoso autocondicionante) foram armazenadas em água destilada, em recipientes plásticos hermeticamente fechados e identificados, por um período de uma semana (REIS et al., 2004), em estufa biológica a 37°C. Os grupos G3, G5 e G7 (cimento resinoso convencional) foram armazenados, respectivamente, em refrigerante, iogurte e vinho (Tabela 3), por igual período. Os grupos G4, G6 e G8 (cimento autocondicionante) foram armazenados da mesma maneira, por uma semana, até que se iniciassem os testes de microtração.

#### 1.4.4 Mensuração da área da secção transversal de cada amostra;

Após o armazenamento das amostras, por uma semana, em estufa biológica a 37°C, em diferentes soluções que compõem a dieta alimentar, as amostras foram lavadas com água destilada e secas com papéis descartáveis. Em seguida, os corpos-de-prova foram mensurados com paquímetro eletrônico digital (Starrett 727, Athol, MA, USA) (Fig. 64 e 65), com precisão de 0,01 mm. Não estando às medidas padronizadas em 1,0 ( $\pm 0,2$  mm), totalizando uma área de superfície aproximada de 1,0 mm<sup>2</sup>, as amostras eram descartadas. Os dados obtidos para cada dente e grupo foram registrados, de maneira que a área da secção quadrangular pudesse ser calculada pela fórmula  $A = b \times h$  (onde  $A$  = área da secção quadrangular;  $b$  = base da secção quadrangular e  $h$  = altura da secção quadrangular).

### 1.5 Teste de microtração propriamente dito;

#### 1.5.1 Colagem dos palitos no dispositivo de Geraldeli;

Após a mensuração da área da secção transversal das amostras, as porções de cimento resinoso/resina composta e de dentina dos palitos foram identificadas com caneta para retroprojeto (Faber-Castell do Brasil, São Carlos, SP, Brasil), em área distante da interface, com as cores vermelha e azul, respectivamente (Fig. 66). Esse procedimento facilitou a identificação das partes fraturadas após a quebra das amostras. Os palitos foram, individualmente, colados pelas suas extremidades com

um adesivo em gel à base de cianoacrilato, conforme Estrela, em 2005, de polimerização rápida (Super Bonder, Henkel Loctite Adesivos Ltda., Itapevi, SP, Brasil, Lote MA106EB) (Fig. 67) ao dispositivo de Geraldeli (PERDIGÃO et al., 2002; ERMIS et al 2008) para o ensaio de microtração (Fig. 68 e 69).

#### 1.5.2 Fratura na máquina de testes;

Na seqüência, o dispositivo de Geraldeli, juntamente com o corpo-de-prova fixado foi posicionado na máquina de testes (Instron 4444, Instron Corp., Canton, MA, EUA) (Fig. 70, 71 e 72). Os testes de microtração foram realizados até a ocorrência da fratura, com uma velocidade constante de 0,5 mm/min (YAMAGUCHI et al., 2006). Previamente aos ensaios, o painel da máquina de testes foi programado com a velocidade citada e ajustado para detectar o valor máximo de carga necessária para que ocorresse a fratura e retornar à posição zero (inicial), para permitir que novo corpo-de-prova fosse posicionado para o teste.

#### 1.5.3 Obtenção dos resultados;

Os resultados obtidos foram registrados em planilha (Tabela 4 a 35) e posteriormente receberam tratamento estatístico com análise de variância ANOVA 2 e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (Quadro 1 e 2). O cálculo da resistência de união, por ensaio de microtração, por ser na realidade um teste de tração da interface de união, é obtido através da fórmula  $T = F/A$ , onde:  $T$  = tensão, em MPa (megapascal);  $F$  = carga de fratura, em N (newton) e  $A$  = área da amostra, em  $\text{mm}^2$  (milímetros quadrados).

### 1.6 Observação das fraturas em MEV;

#### 1.6.1 Preparo das amostras para observação em MEV;

Após os ensaios, as partes fraturadas foram armazenadas. Para isso, foram identificadas e individualmente posicionadas sobre uma base de cera utilidade, em recipientes plásticos contendo esferas de sílica na forma de gel (Sílica Gel Azul, Vetec Química Fina Ltda., Duque de Caxias, RJ, Brasil, Lote 0503342) (Fig. 73). Na

seqüência duas amostras de cada grupo, selecionadas aleatoriamente, foram fixadas em portas-amostra e recobertas metalicamente com ouro (Sputter Coater, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein) e levadas para visualização em microscópio eletrônico de varredura (Philips XL-30, Philips Electronic Corp., Eindhoven, Holanda), em aumentos de 60, 500 e a 1000 vezes, sob corrente de 10 kV e distância de trabalho de 7,6 a 12,6 cm. O procedimento acima descrito foi realizado com o propósito de ilustrar o modo de fratura que ocorreu com as amostras. Os tipos de falhas foram classificados baseados em estudos anteriormente realizados (ARMSTRONG, BOYER e KELLER, 1998); (SARDELLA et al., 2005), após modificação, nos seguintes modos: 1. Coesiva: em cimento resinoso (quando houve fratura no cimento resinoso); em adesivo (quando havia camada de adesivo sobre a superfície dental e/ou túbulos dentinários preenchido com adesivo) e em estrutura dental (quando a falha ocorreu na dentina). 2. Adesiva: quando a falha ocorreu entre adesivo e estrutura dental, observando-se a maior parte de túbulos dentinários e/ou superfície dental sem adesivo. 3. Mista: quando ocorreu uma composição do tipo de falha coesiva e adesiva.

#### 1.6.2 Obtenção das fotomicrografias em MEV;

As imagens obtidas em MEV (APÊNDICE G) foram gravadas em CD-ROM e posteriormente analisadas e classificadas (Tabela 36) no que se referem ao modo de fratura dos fragmentos.

#### 1.7 Análise estatística.

Os resultados obtidos para resistência de união, sob teste de microtração, das amostras testadas foram submetidos à análise estatística com ANOVA dois fatores e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (Tabela 37 e Fig. 90 e 91).